



核工业北京地质研究院
BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF URANIUM GEOLOGY



西北地质大讲堂

高光谱遥感技术地质应用与发展思考

赵英俊

核工业北京地质研究院

遥感信息与图像分析技术

国家级重点实验室

2020年3月3日



光谱卫星 守护地球

光谱卫星，守护地球

1=E $\frac{3}{4}$

(独唱)

词：李壮志，刘郁平，夏鸣
曲：刘英华

深情地、自豪地

($\dot{1}$ - - | 6 7· 6 | 3 - - | 3 - - | 6 - - | 7 - 6 | 5 - - | 5 - - |

3 - 4 | 5 - - | 3 - 2 | 6 - - | 7 - 6 | 5 3· 2 | 1 - - | 1 - -)

5 5 5 | 3 - 3 | 2 3 2 | 1 - - | 2 2 2 1 | 2 3 1 | 5 - - | 5 - - |

浩 瀚 苍 穹， 满 天 繁 星，
你 怀 揣 宽 幅 纳 米 眼 睛， 透 视 地 下 资 源，

6 - 6 | 2 - 3 | 4 - 3 | 2 - - | 5 5 5 5 | 5 6· 7 | 3 - - | 3 - - |

有 一 颗 是 守 护 地 球 的 精 灵。
诊 断 土 地 河 流， 识 别 变 化 基 因，

5 5 - | 4 - 4 | 3 - 2 | 4 - - | 2 2 3 4 | 6 - 4 | 2 - - | 2 - - |

千 里 之 外 能 分 辨 百 色 千 光，
俯 瞰 广 袤 原 野， 一 朝 过 目 不 忘，

3 - 4 | 5 - 5 | 3 3 2 | 6 - - | 7 7 7 6 | 5 3· 2 | 1 - - | 1 - - |

万 山 丛 中 能 探 寻 大 地 本 真。
扫 描 绿 水 青 山， 资 源 家 底 查 明，

||: $\dot{1}$ $\dot{1}$ 7 | 6 7· 6 | 3 - - | 3 - - | 6 6 6 | 7 - 6 | 5 - - | 5 - - |

神 奇 的 你， 高 光 谱 卫 星，
迎 着 朝 阳， 飞 行 飞 行，
我 赞 美 你， 靓 丽 的 身 影，

$\dot{1}$ - $\dot{1}$ | 6 6 $\dot{1}$ | 7 - - | 7 - - | 5 5 5 | 7 6 7 | $\dot{1}$ - - | $\dot{1}$ - - || $\dot{1}$ - - :|

巡 游 天 空， 地 球 的 守 护 神。
划 过 长 白， 掠 过 南 岭。
愿 春 夏 秋 冬，

7 - 7 | 2 1 7 | 1 - - | 1 - - | 5 - 5 | 0 0 0 | 2 1 7 | 1 - - | 1 - - | 1 - - |

祖 国 四 季 安 宁， 祖 国 四 季 安 宁。

提纲



一、研究现状



二、问题与挑战



三、发展方向



提纲



一、研究现状



二、问题与挑战

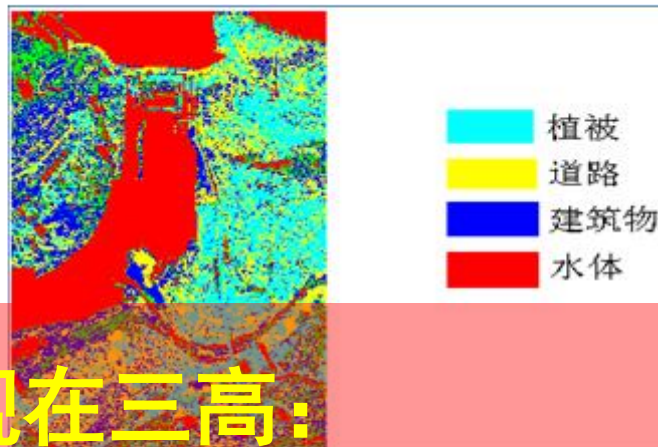


三、发展方向

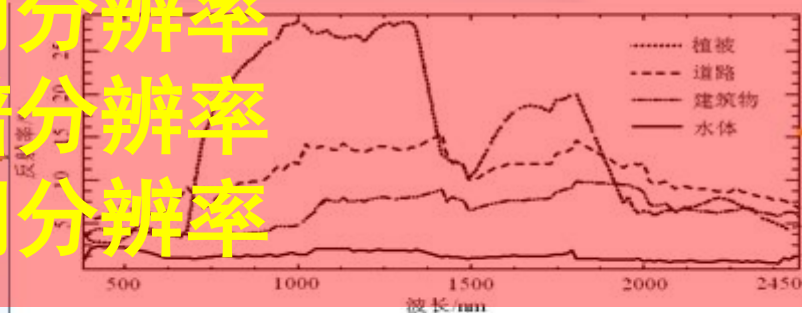


一、研究现状

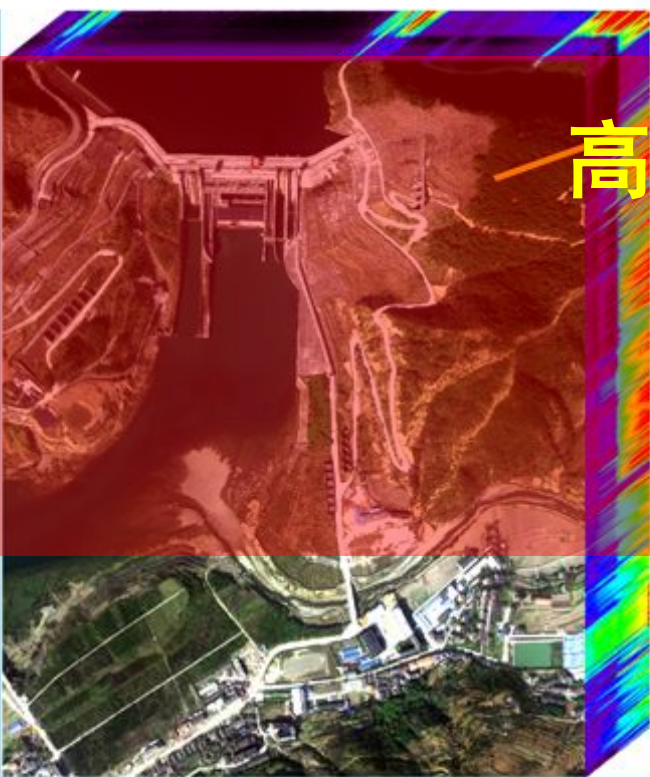
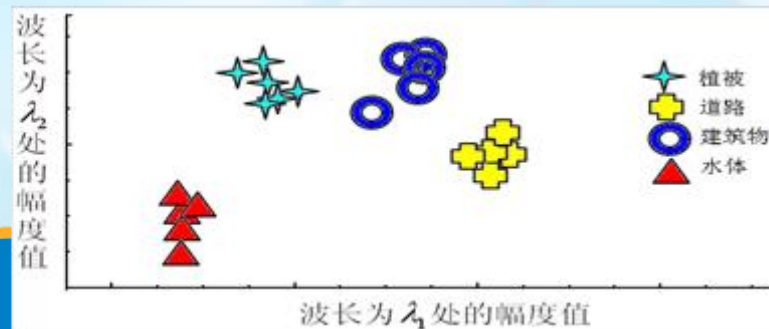
图像空间



高分辨率表现在三高：
高空间分辨率
高光谱分辨率
高时间分辨率

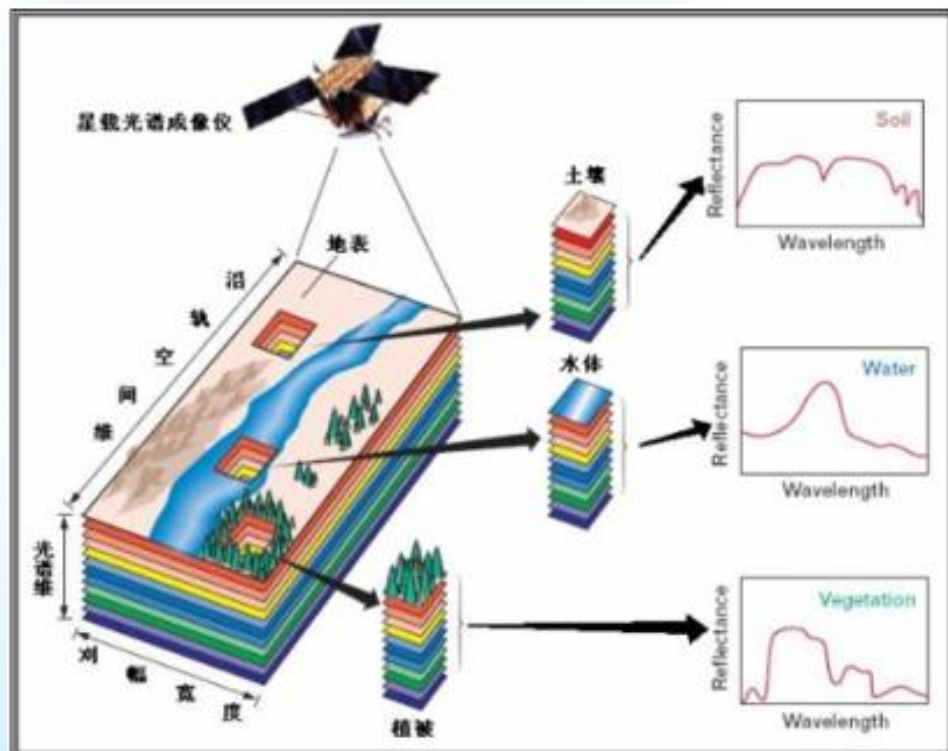


特征空间



一、研究现状

天上好用，地上用好



陆地



海洋



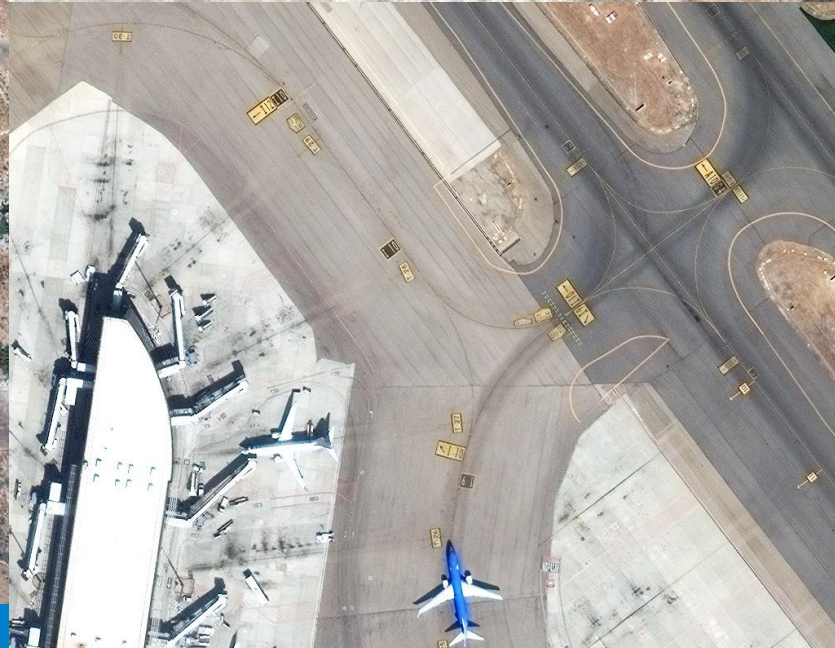
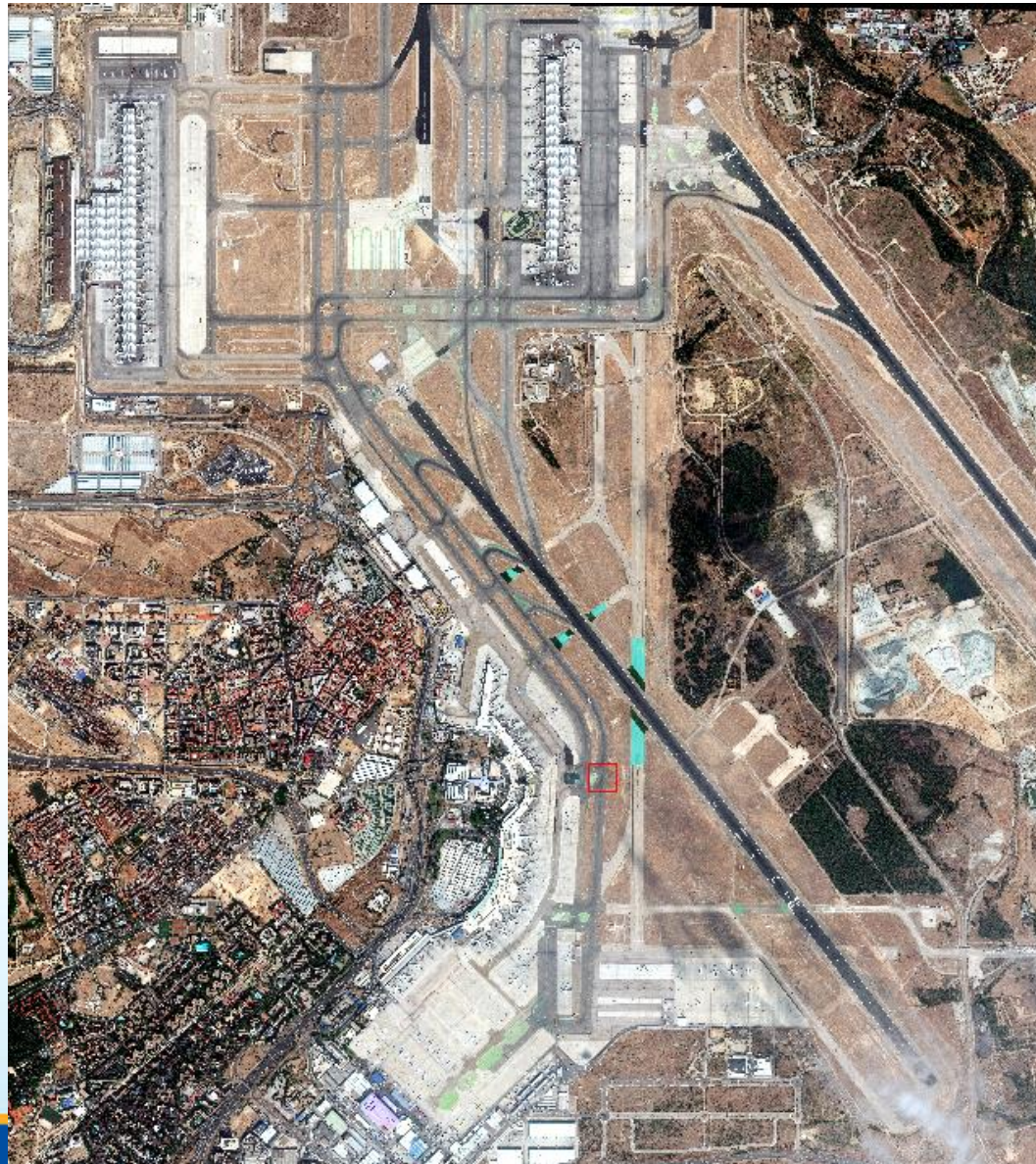
大气



一、研究现状



一、研究现状



一、研究现状

遥感技术能力

- 多平台
- 多尺度
- 多类型
- 相互协同观测
- 优势互补

遥感应用能力

- 全局性
- 客观性
- 及时性
- 多样性。
- 应用领域很广！

但是

必须将遥感信息与专业领域的需求紧密结合，才能发挥其应有的作用。



一、研究现状



发展
环境



据统计，全国专业从事遥感的单位近**300家**，覆盖了地矿、农业、林业、水利、国土、测绘、地理、生态、环保、自然灾害、城市、石油、煤炭、气象、海洋等领域，各省基本都设有遥感中心；涉及遥感技术应用单位有**1600多家**。国家遥感中心设立了近**50个**遥感业务部，覆盖了国内重要的从事遥感研究单位。由上可见，当前遥感技术应用领域广，从事研发和应用的单位多。

一、研究现状

坚持特色 

但**不固步自封**

 坚持专业

但**又融合信息**

坚持基础 

但**又结合应用**



一、研究现状

矿化热液系统特征高光
谱-地球化学综合反演

矿物识别、岩性地质填图

地面成像光谱钻孔岩芯扫描。

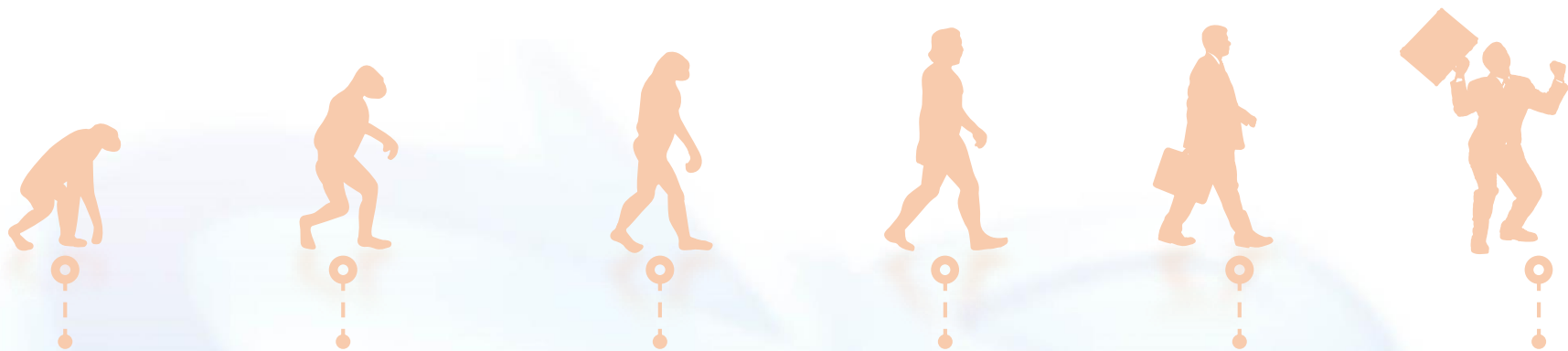
高光谱遥感技术

成矿流体演化特征、成矿温
压条件等能更有效指导找矿
信息的反演

多光谱遥感技术

天空地深一体化遥感技术

一、研究现状



多光谱遥感
解译技术

多源信息综
合分析技术

光能谱
集成技术

后遥感
应用技术

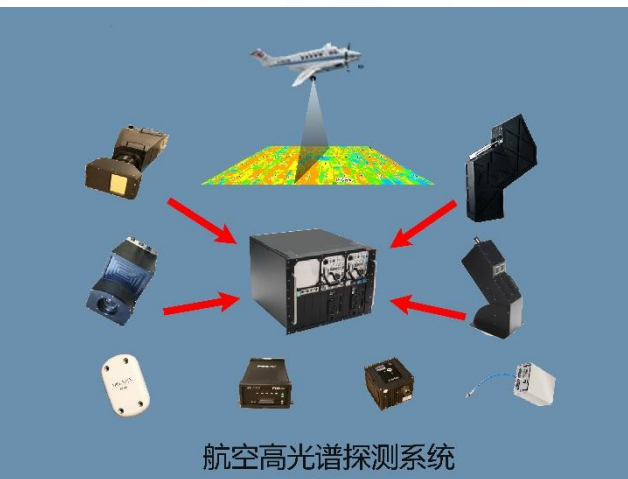
定量
遥感技术

天空地深一
体化遥感应
用技术



一、研究现状

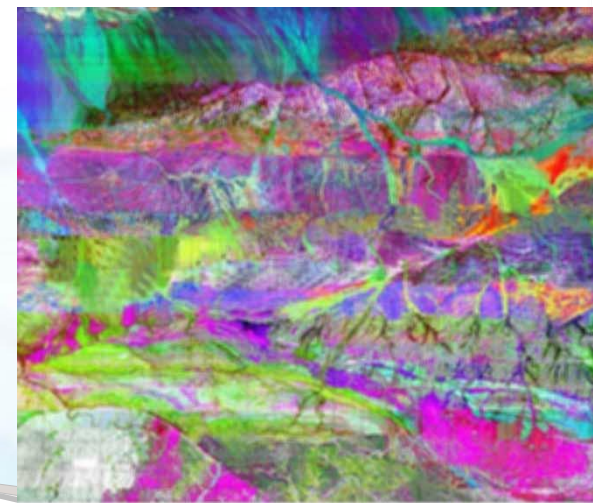
技术能力



航空高光谱探测系统

特色显著

高光谱MNF岩性增强效果图



立足领域特色，创新技术方法，
发挥科技实力，服务行业需求。

一、研究现状





真？ 假？





Hyperspectrum

Hyper 超，高，精力过旺的

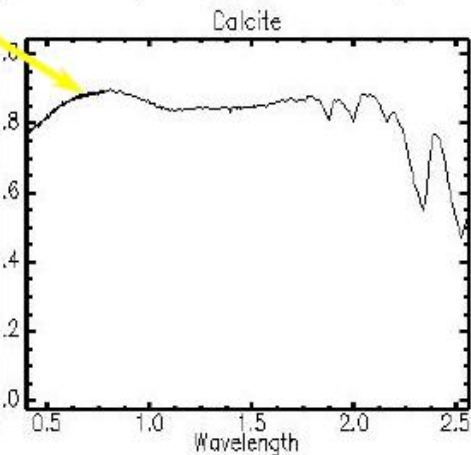
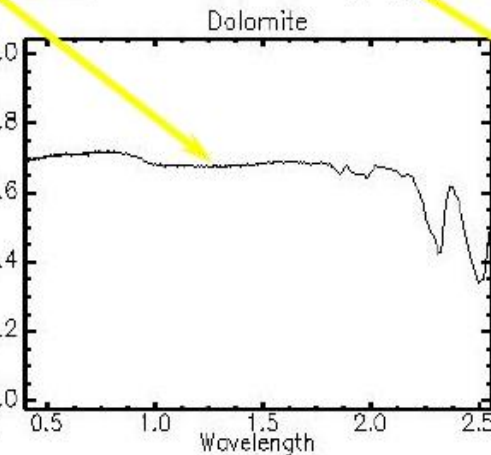
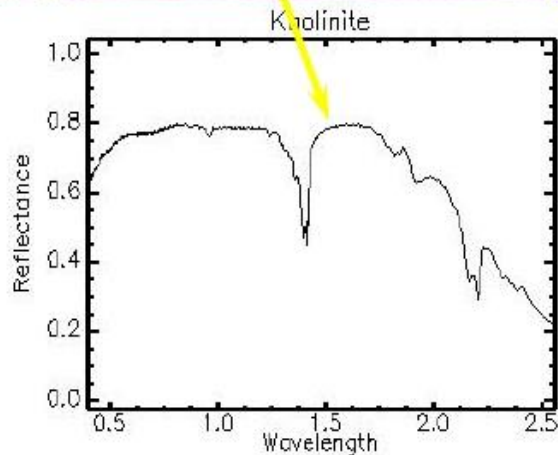
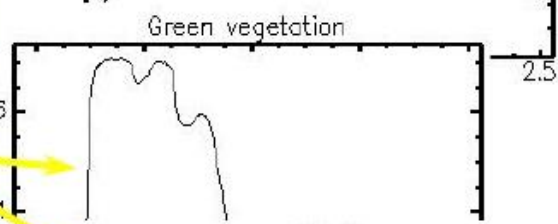
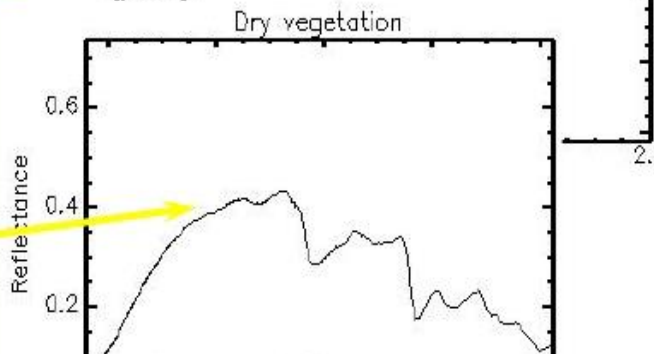
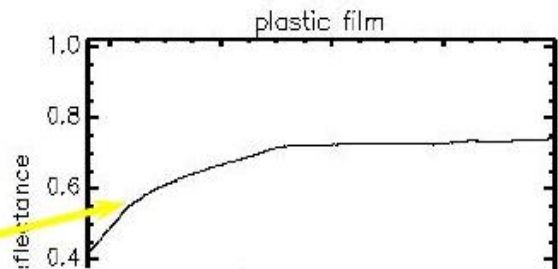
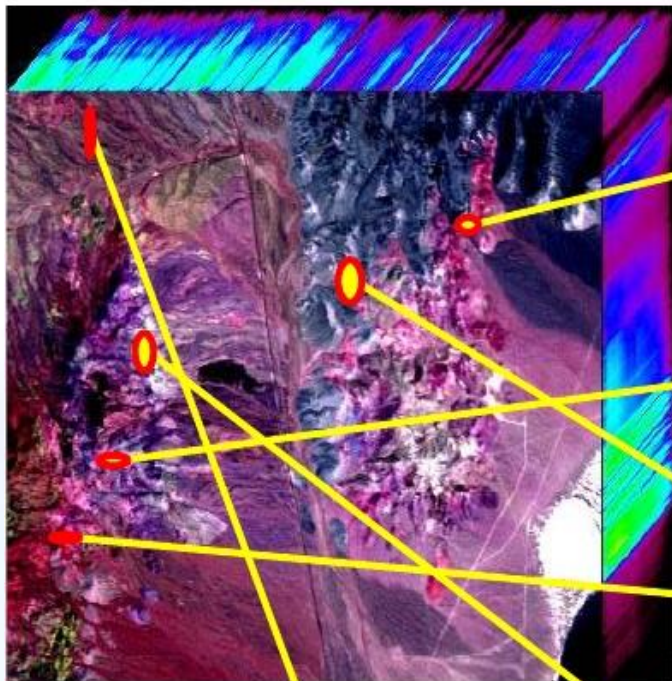
Hypertension 高血压

Hyperlipaemia 高血脂



高光谱遥感的特点

图谱合一
波段窄
波段多
波段连续
可成像



高光谱遥感不是另类！

与多光谱遥感相比，**信息量更大**，

应用领域广度更广，解决问题深度更深。



(1) 原子光谱: 电子脱离供给能量体系, 从激发态回到基态会放出光子而发光。普朗克公式:

$$E_2 - E_1 = \Delta E_{\text{光子}} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} (\mu\text{m})$$

E的单位是电子伏特 (eV)

(2) 分子光谱: 除电子跃迁外, 还有分子内原子振动与整个分子的转动。

分子光谱	{	电子光谱	$\lambda = 0.062 \sim 1.24 \mu\text{m}$
		振动光谱	$\lambda = 1.24 \sim 24.8 \mu\text{m}$
		转动光谱	$\lambda = 24.8 \sim 1.24 \text{cm}$

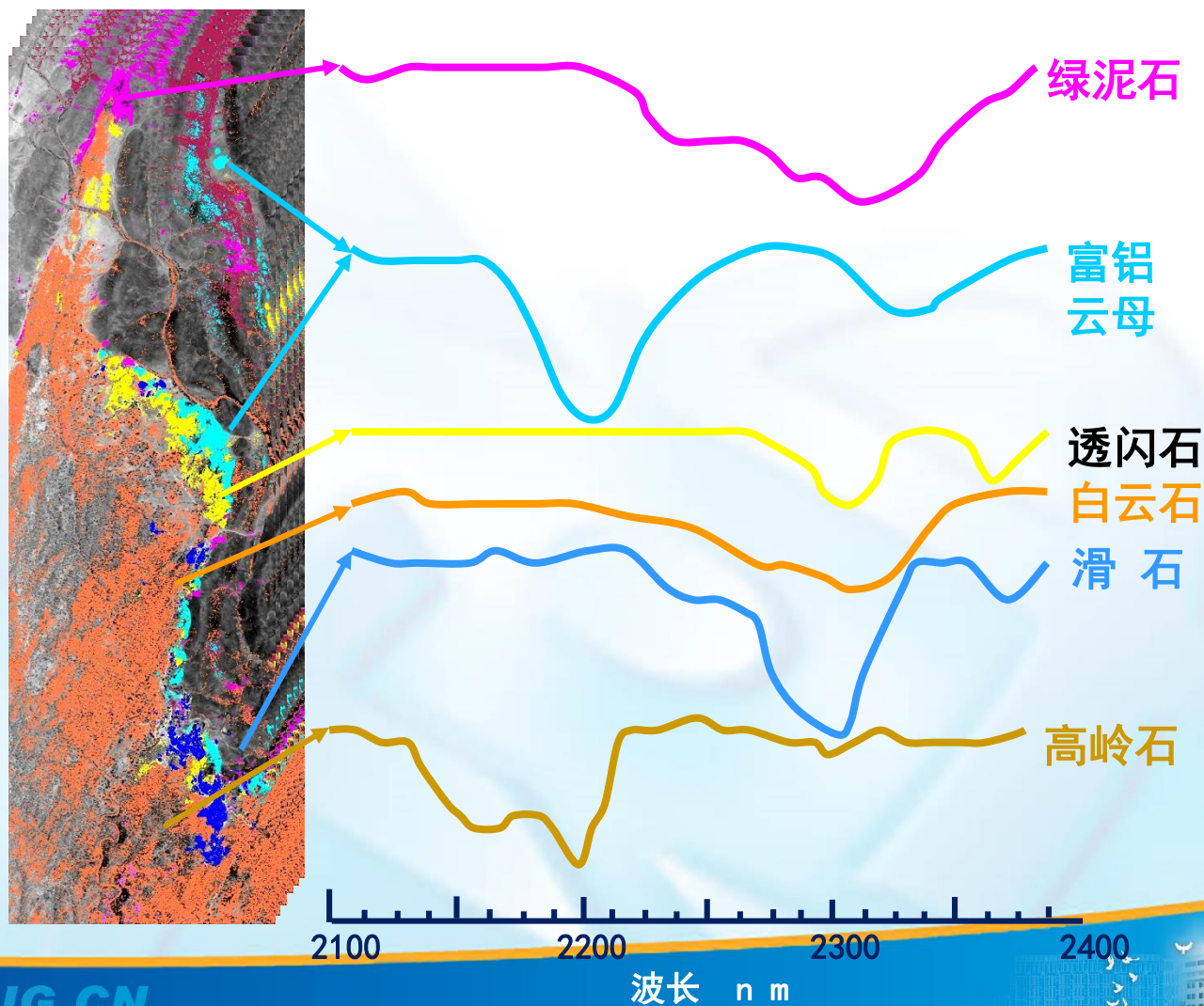
(3) 晶体光谱: 连续光谱, 范围大约在 $3 \sim 30 \mu\text{m}$ 。

光谱的物理基础



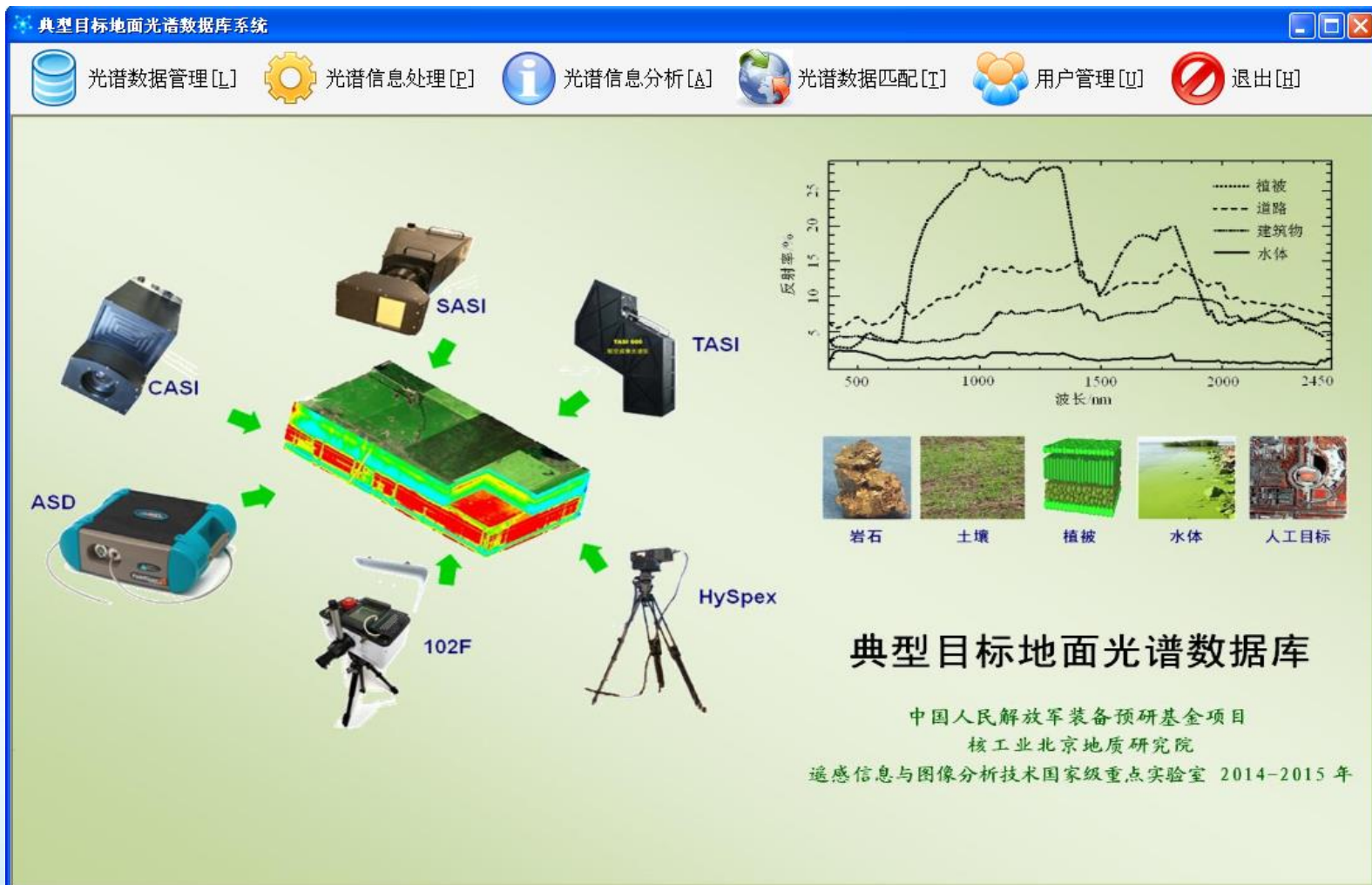
一、研究现状

1、地物光谱特性——高光谱遥感矿物机理



一、研究现状

1、地物光谱特性——光谱数据库系统



一、研究现状

1、地物光谱特性——岩矿光谱信息管理系统

岩矿光谱信息管理系统

增加光谱 修改光谱信息 删除光谱 退出岩矿光谱子系统 光谱基本特征参量分析 导出波段 导出反射率 按光谱名称快速查找:

所有类别
自然元素
硫化物与磷盐矿物类
卤化物
氧化物与氢氧化物
碳酸盐
硝酸盐
硼酸盐
硫酸盐
钨酸盐
钼酸盐
钨酸盐
磷酸盐
砷酸盐
钒酸盐
硅酸盐
岩浆岩
变质岩
沉积岩
晶体

光谱曲线及实物照片 测量环境信息 传感器信息 定标板信息 测量人员信息

光谱曲线
反射率
波谱位置 (μm)
Series 1
actinolite_阳起石_AM3000
2.461 : 0.329524

实物照片

光谱基本信息
岩矿编号: 1 岩矿名称: actinolite_阳起 测量环境: 1 仪器参数: 1
定标板参数: 1 测量方式: 标准库 测量人员: 1 录入时间: 2016-9-12

ID	岩矿编号	岩矿名称	所属类别	测量方式	传感器	颜色	比重	硬度	晶体习性
1	1	actinolite_...	硅酸盐	标准库	CASI	淡绿色到黑色	3.0-3.44	5-6	柱状
2	2	alunite_明矾...	硫酸盐	标准库	ASD	白色	2.5-3.0	3.5-4.0	三方
3	3	海水	卤化物	野外	CASI				
4	4	测试820	碳酸盐	野外	102F				
5	5	826测试光谱	卤化物	野外	CASI		2		
6	6	高岭土	硝酸盐	野外	102F				

所有岩矿光谱条数: 6条

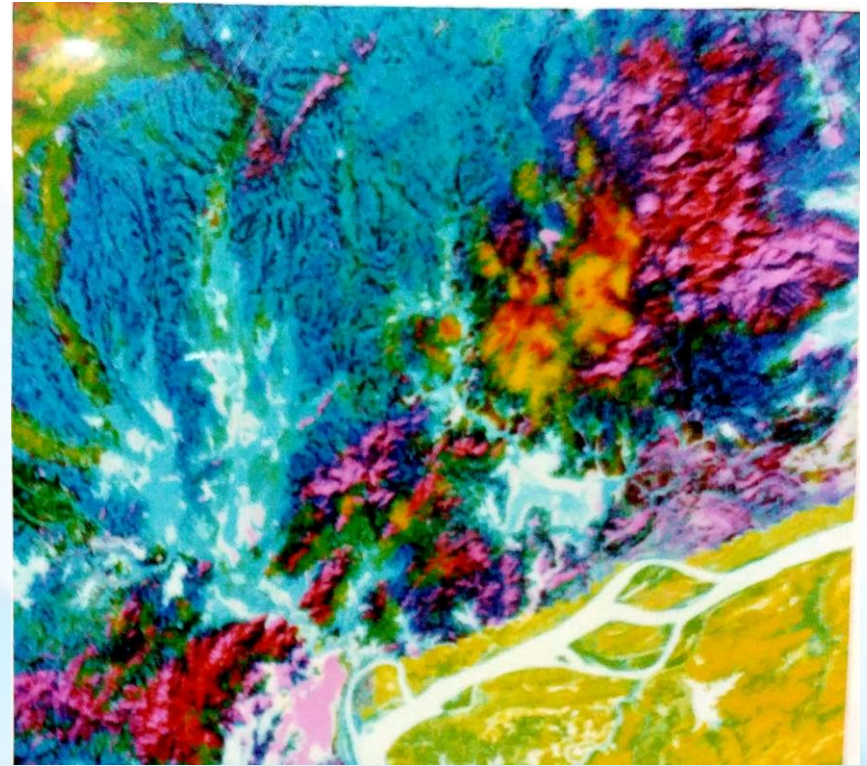
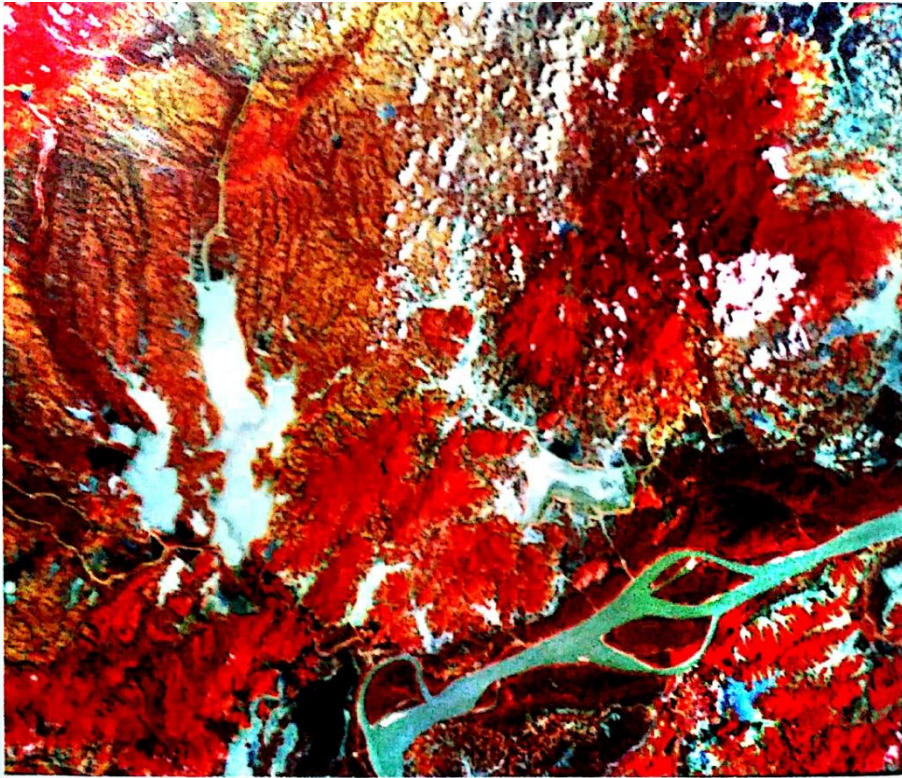
一、研究现状

2、创新了天空地深一体化的遥感技术地质应用方法



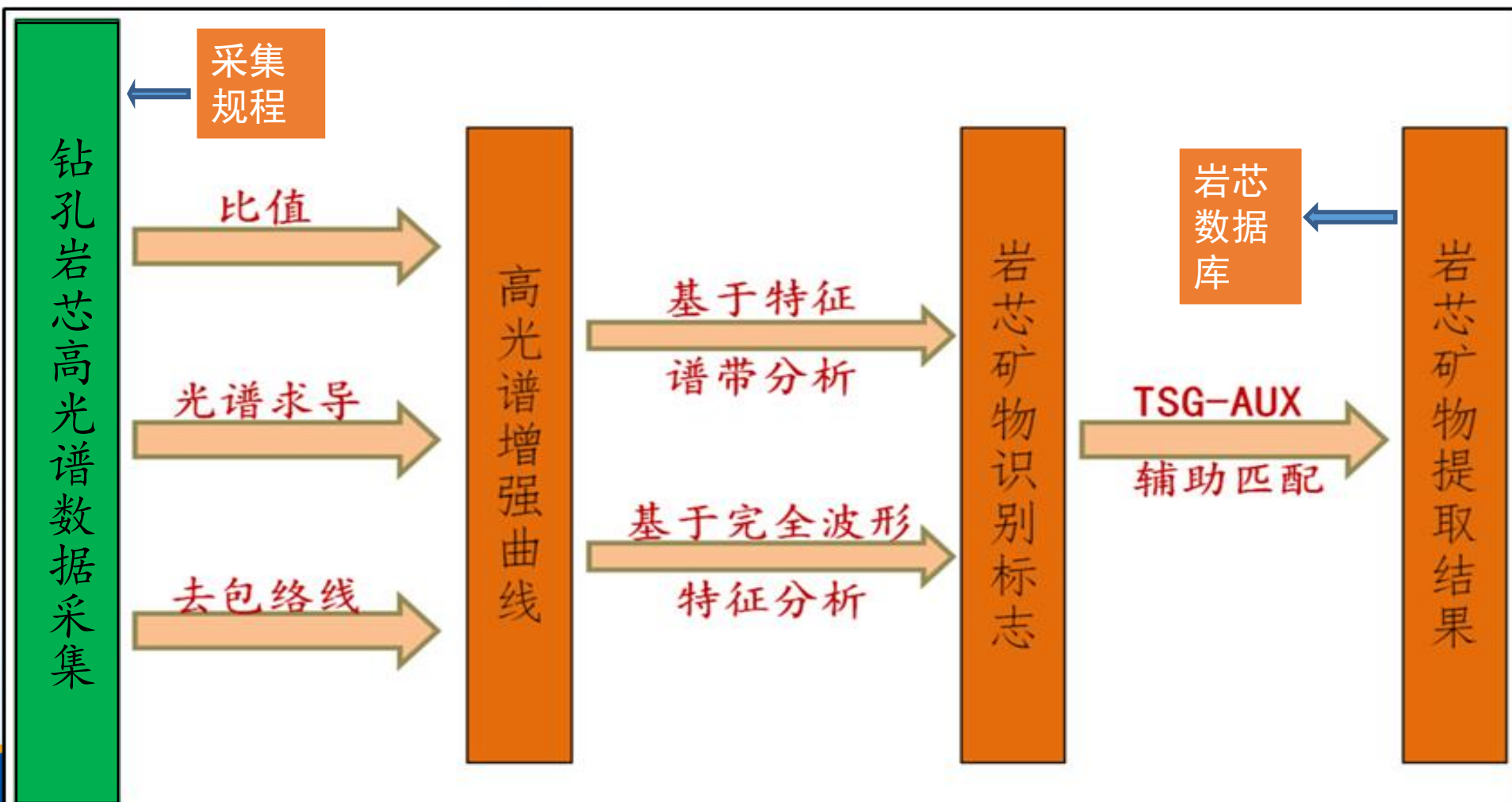
一、研究现状

2、创新了天空地深一体化的遥感技术地质应用方法 ——光能谱集成技术



一、研究现状

2、创新了天空地深一体化的遥感技术地质应用方法 ——深部岩心矿物高光谱精细识别技术

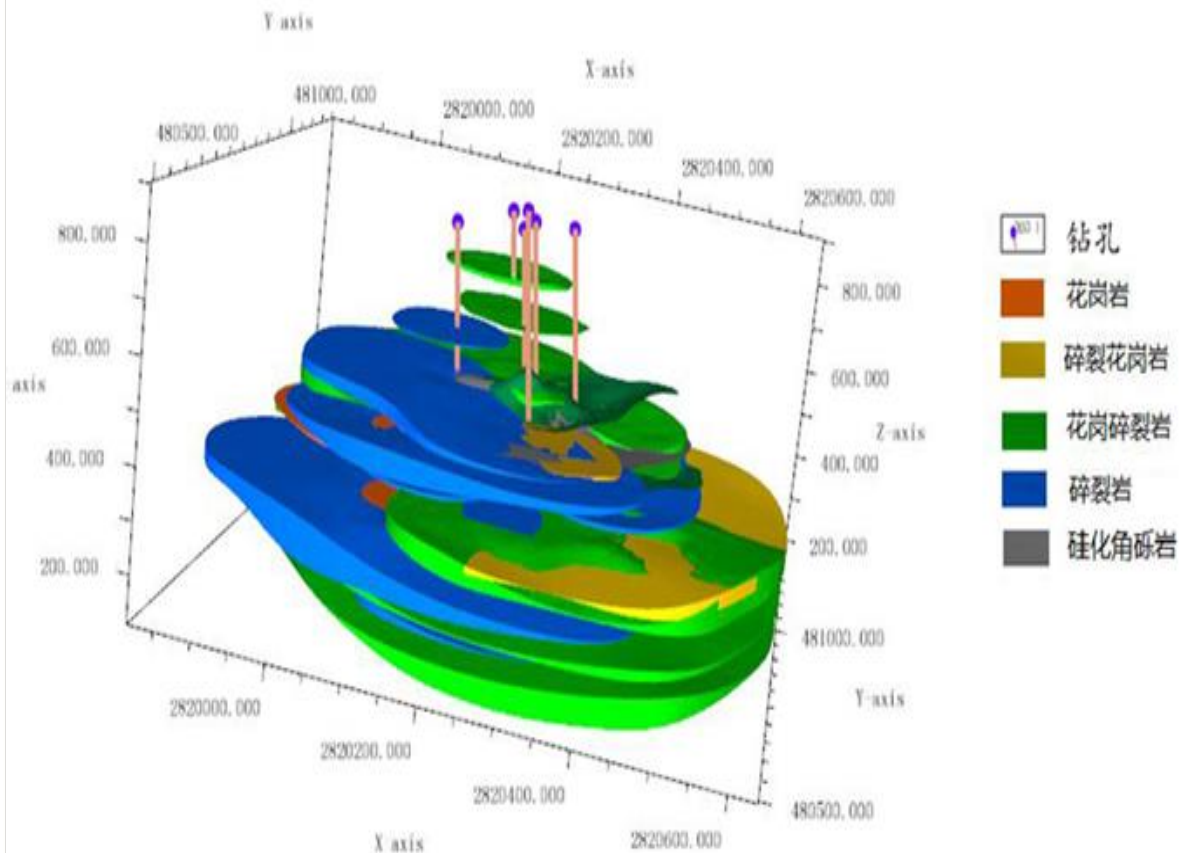


一、研究现状

2、创新了天空地深一体化的遥感技术地质应用方法 ——深部岩心矿物高光谱精细识别技术

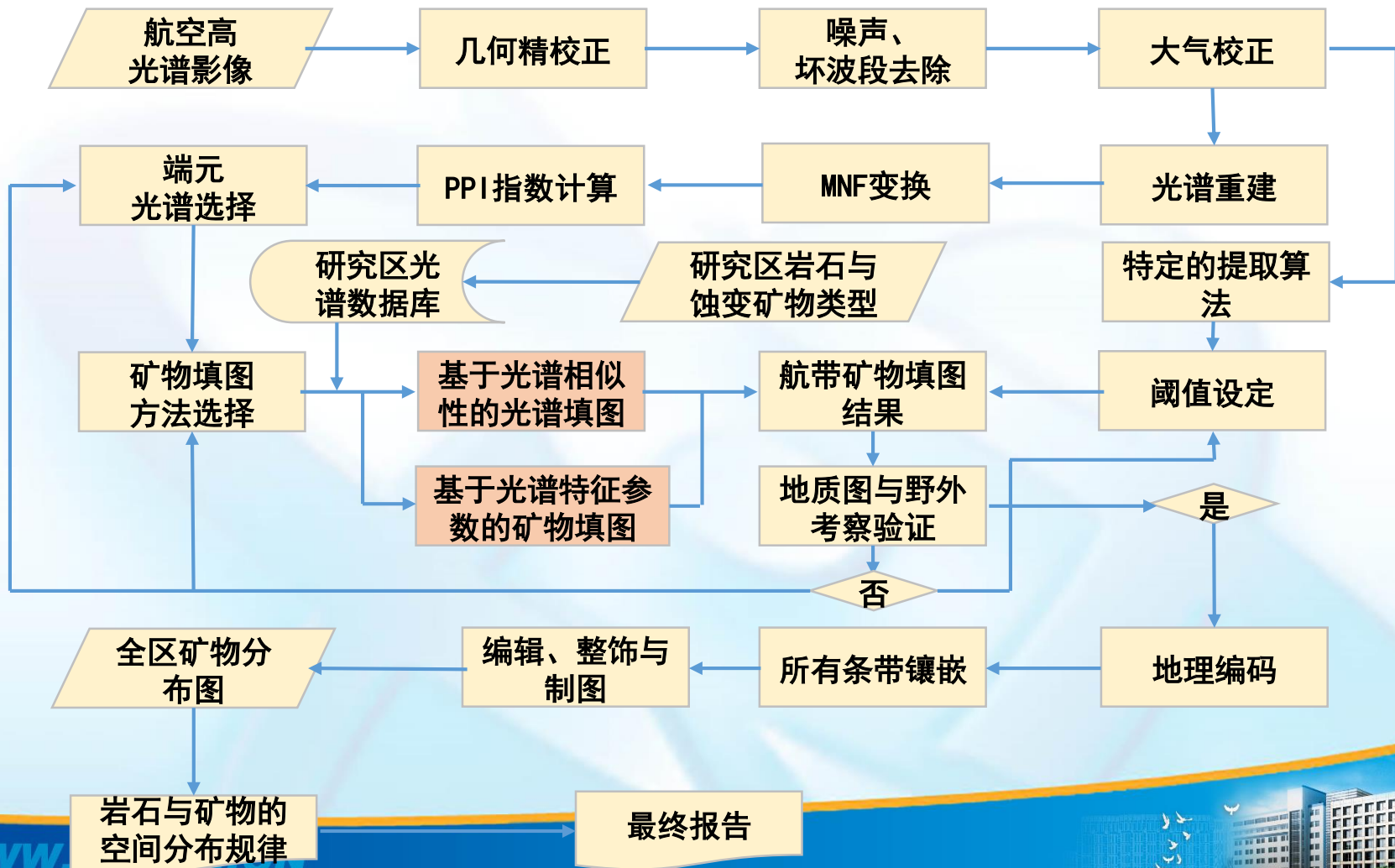


■ 高岭石+地开石 ■ 短波伊利石 ■ 绿泥石
■ 长波伊利石 ■ 碳酸盐 10cm 比例尺



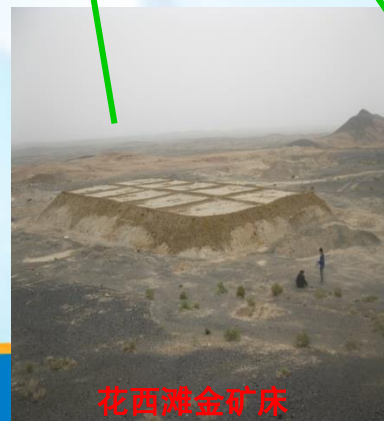
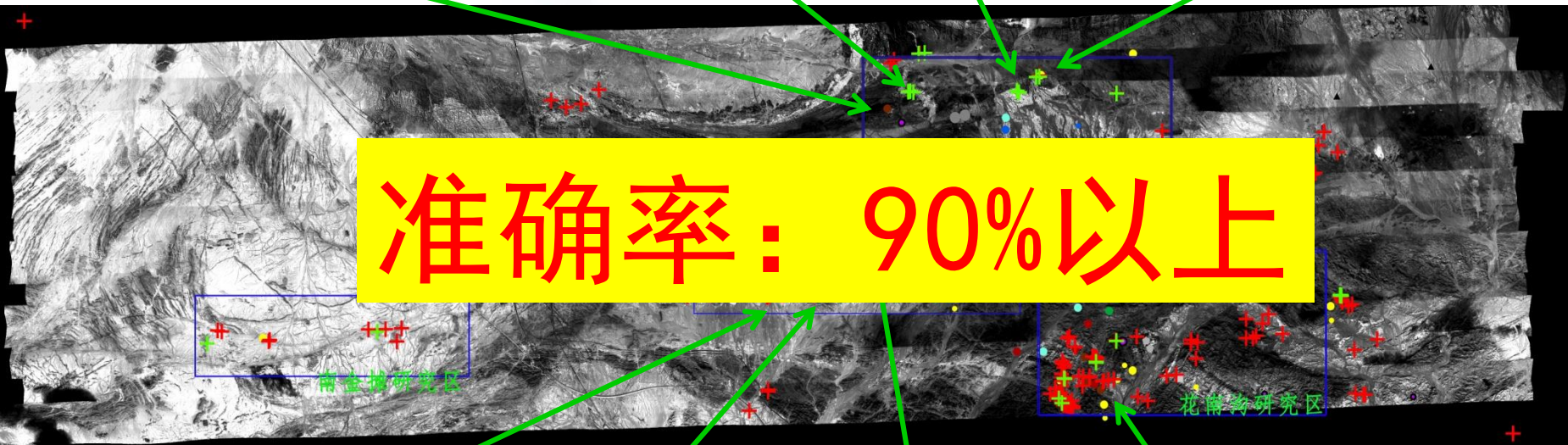
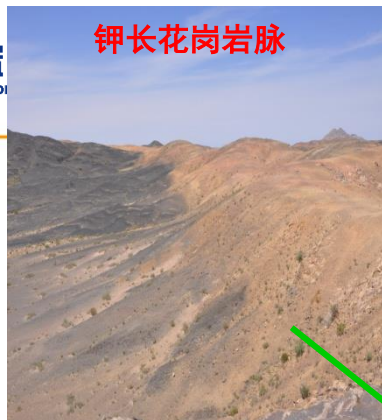
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——多金属矿产调查高光谱应用技术



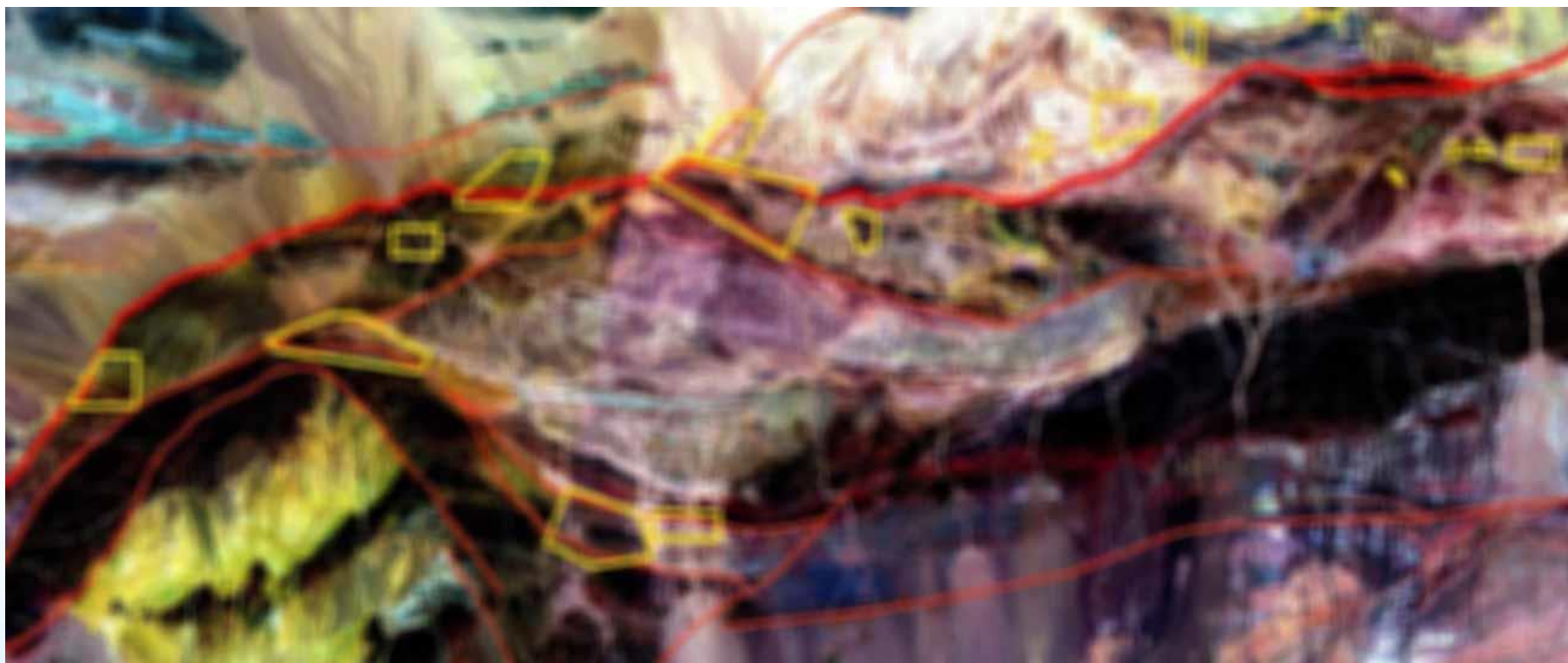


研究
ANUM GEOI



一、研究现状

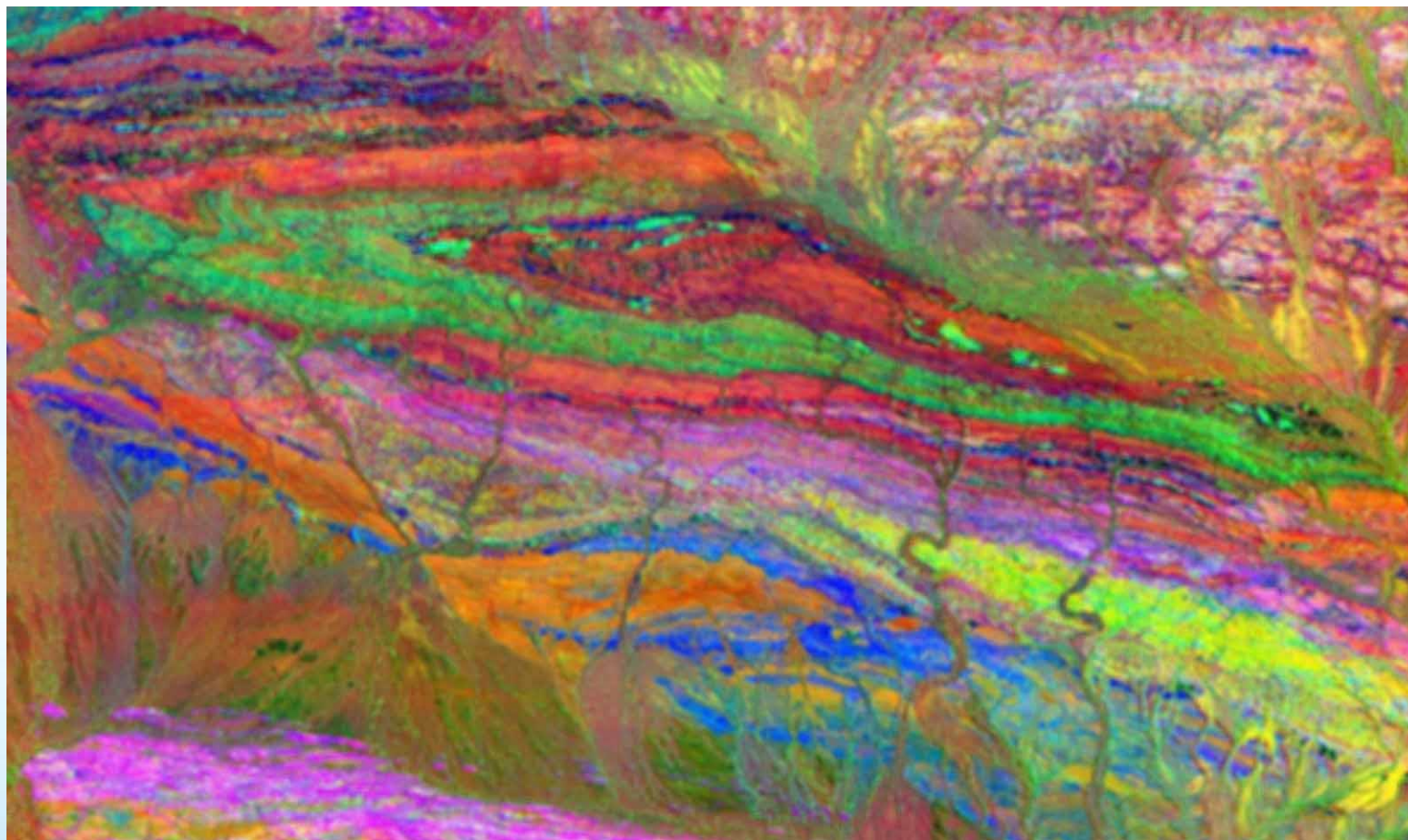
3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——多金属矿产调查高光谱应用技术



一、研究现状

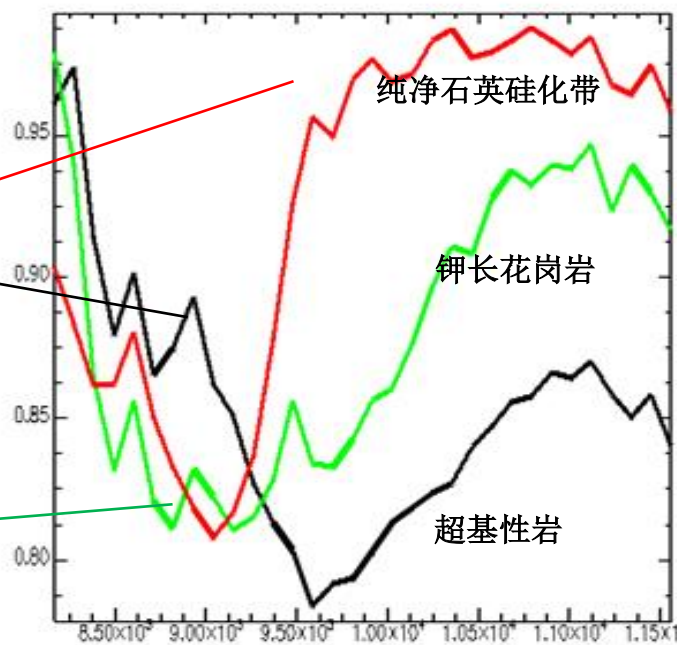
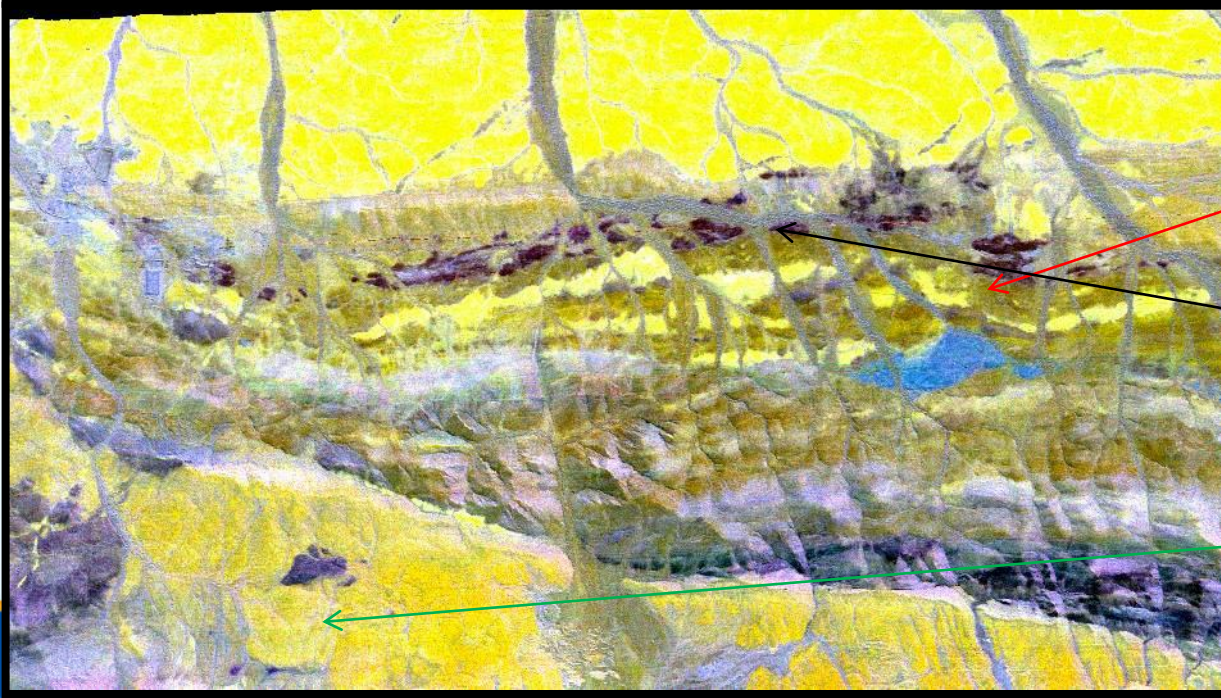
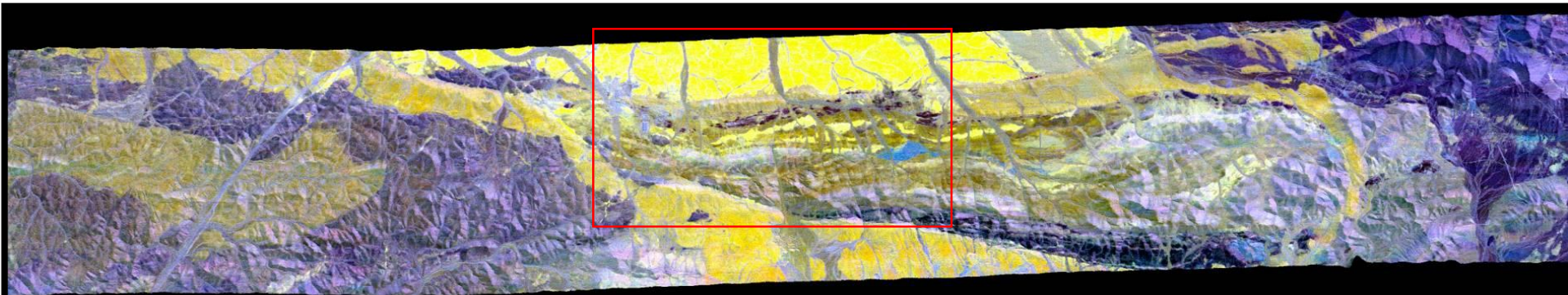
3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——多金属矿产调查高光谱应用技术

方山口地区CASI/SASI高光谱遥感岩性增强效果图



一、研究现状

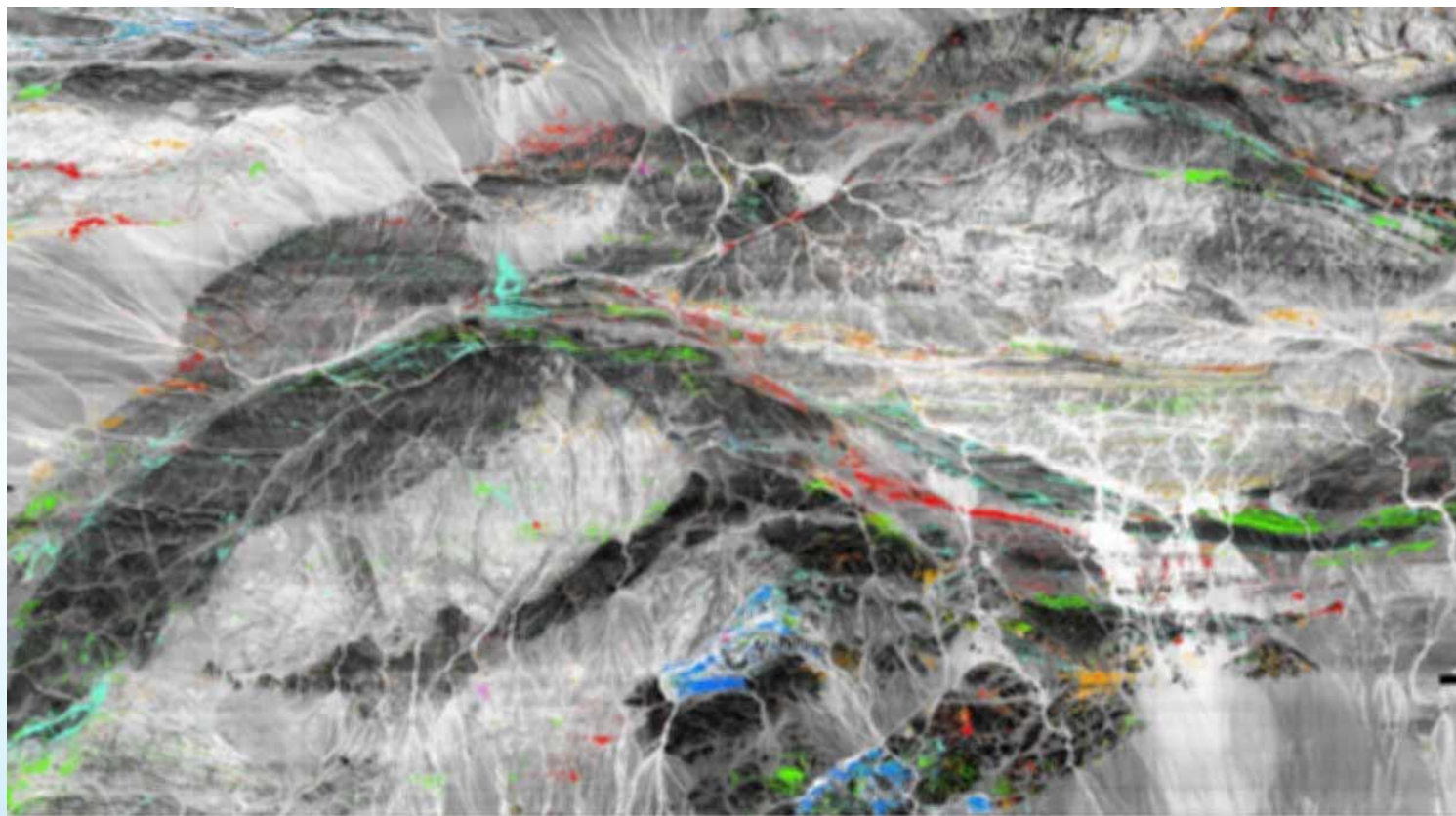
3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——多金属矿产调查高光谱应用技术



一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——多金属矿产调查高光谱应用技术

甘肃省方山口地区机载CASI_SASI高光谱矿物分布图

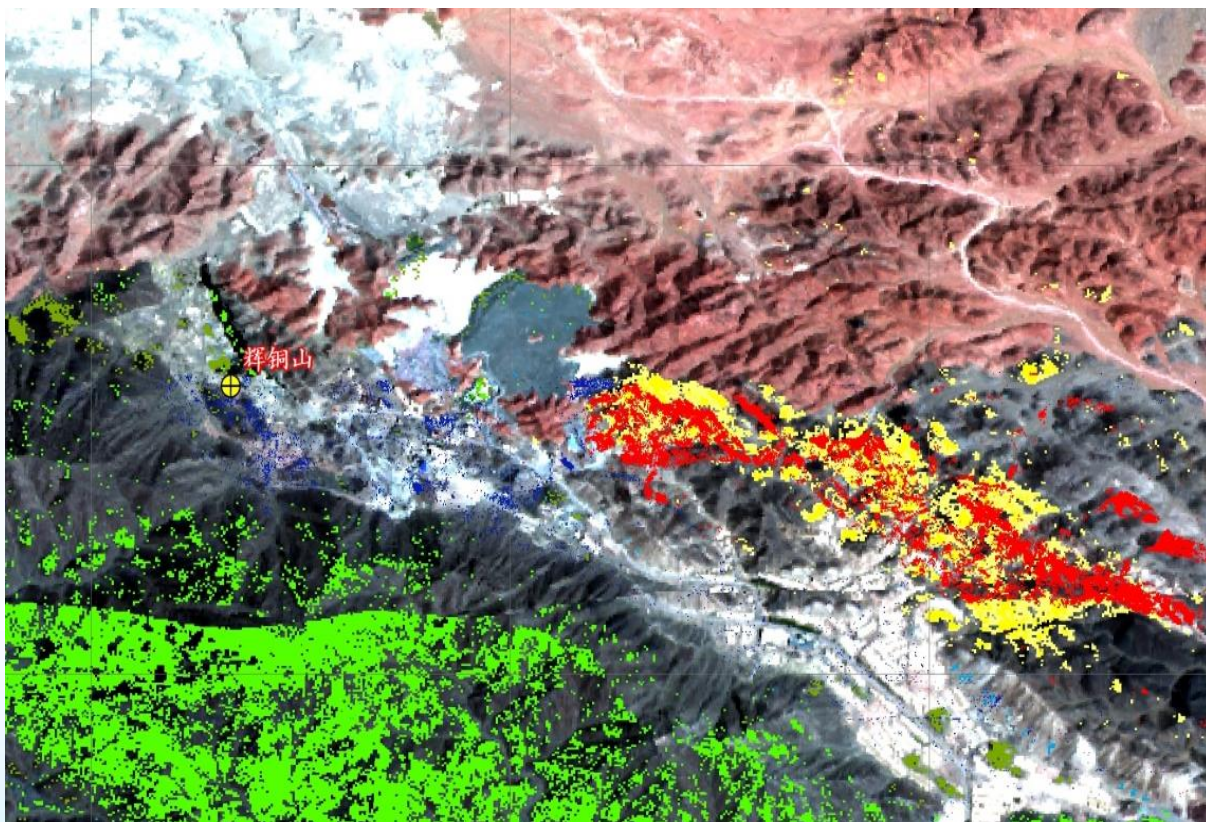


图例

- 赤铁矿/褐铁矿
- 黄钾铁矾
- 菱铁矿
- 方解石
- 白云石
- 芒硝
- 蛇纹石
- 绿泥石
- 富铝绢云母
- 中铝绢云母
- 低铝绢云母

一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——多金属矿产调查高光谱应用技术



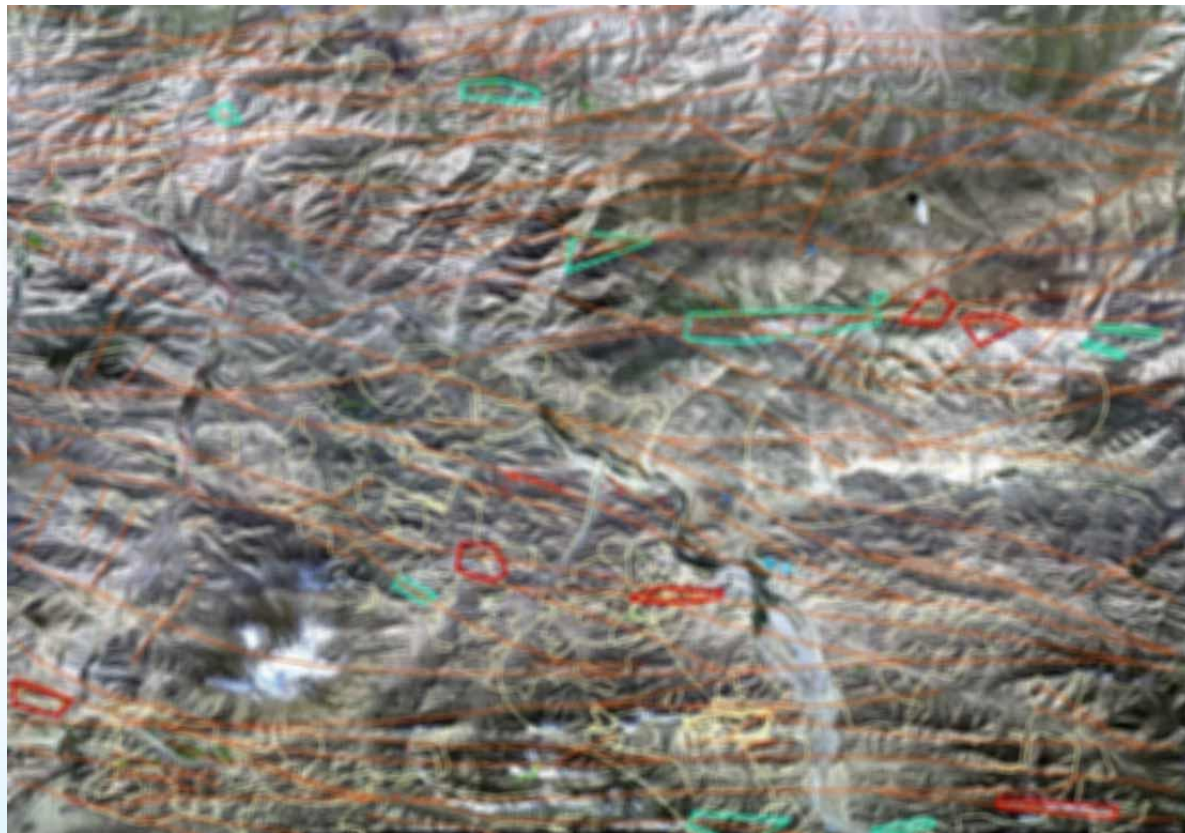
1:10,000

■ HYmap-绿泥石化	■ HyMap-绢云母	■ TASI-石英、硅化	■ TASI-砂卡岩化	■ TASI-蛇纹石化
---	---	---	---	---



一、研究现状

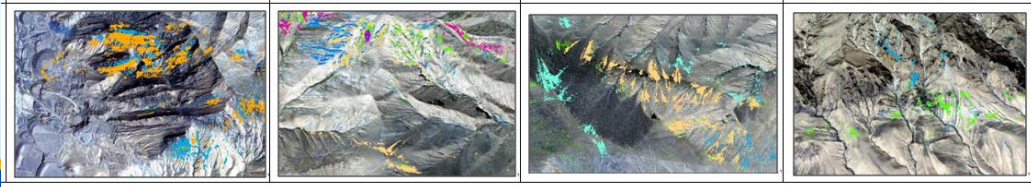
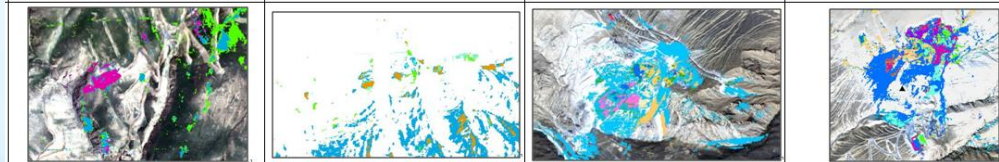
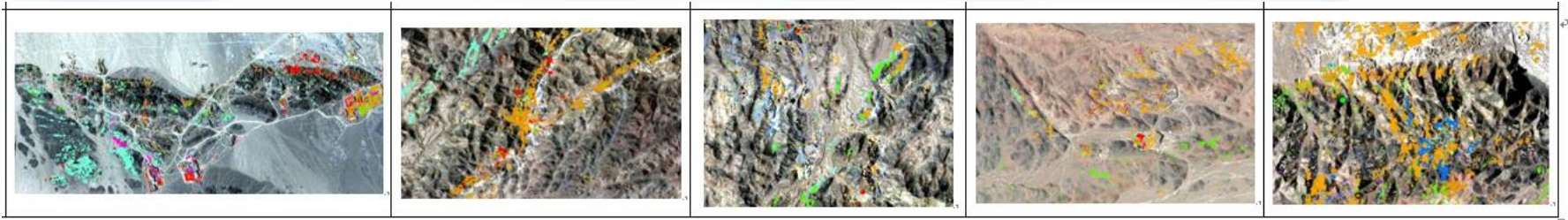
3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——多金属矿产调查高光谱应用技术



 优先勘查靶区	 有利区	 遥感构造解译	 化探异常	 绿泥石	 中铝绢云母	
 方解石	 伊利石	 白云石	 富铝绢云母	 褐铁矿	 绿帘石	 滑石

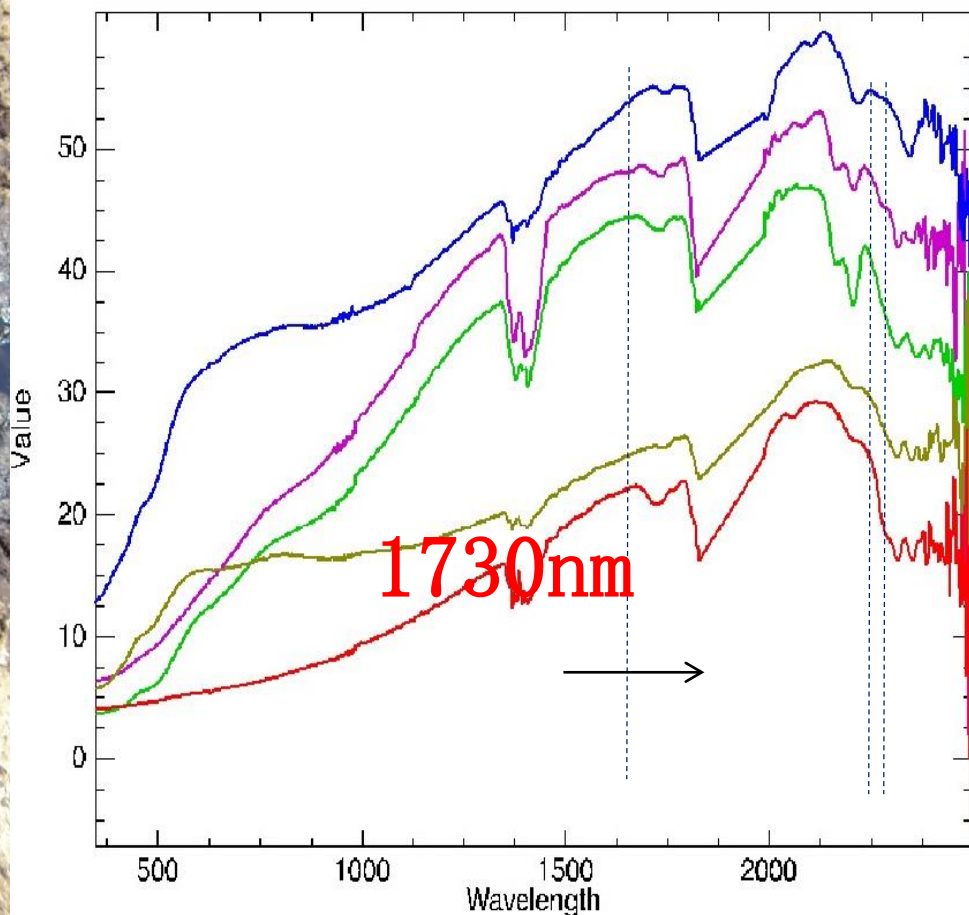


建立了金矿、钨钼矿、铅锌矿、铬铁矿、萤石矿典型矿床的高光谱遥感模型



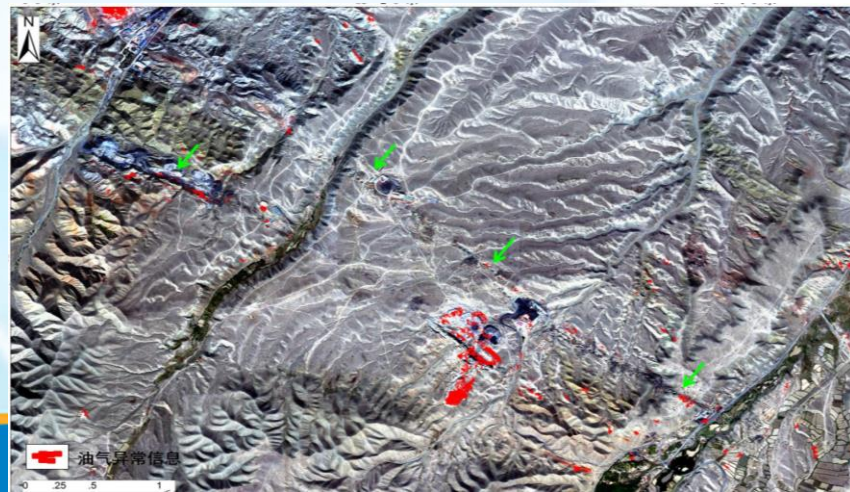
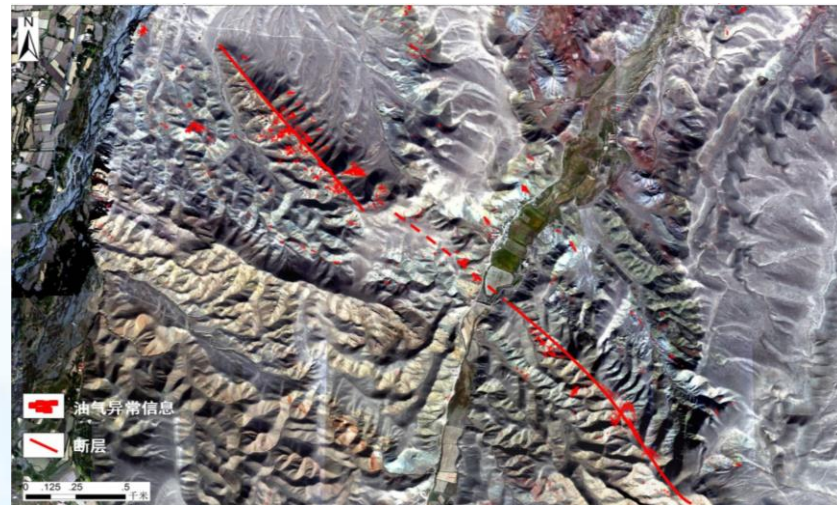
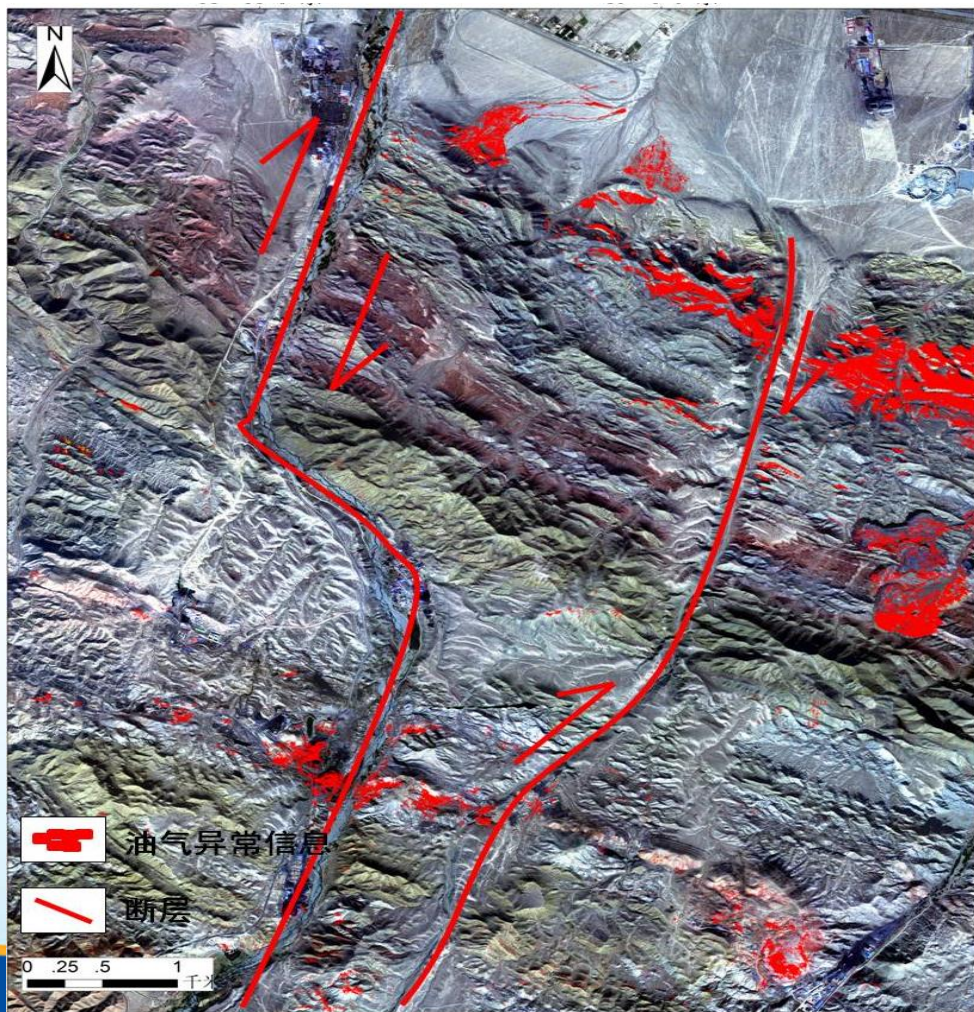
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——油气调查与评价高光谱应用技术



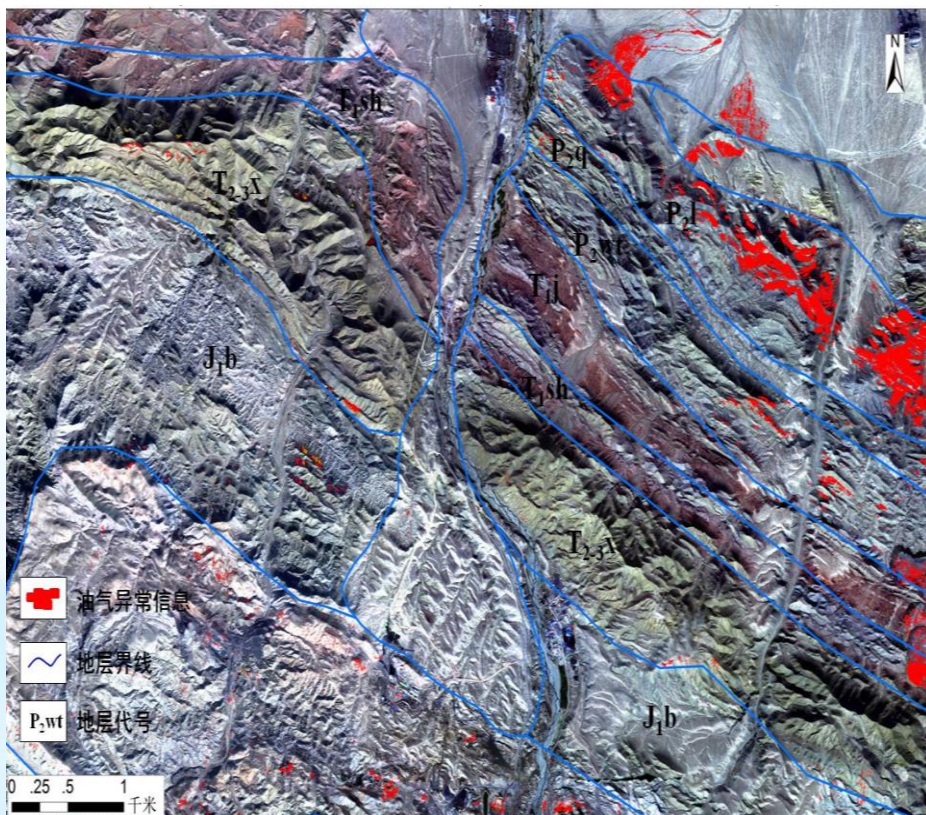
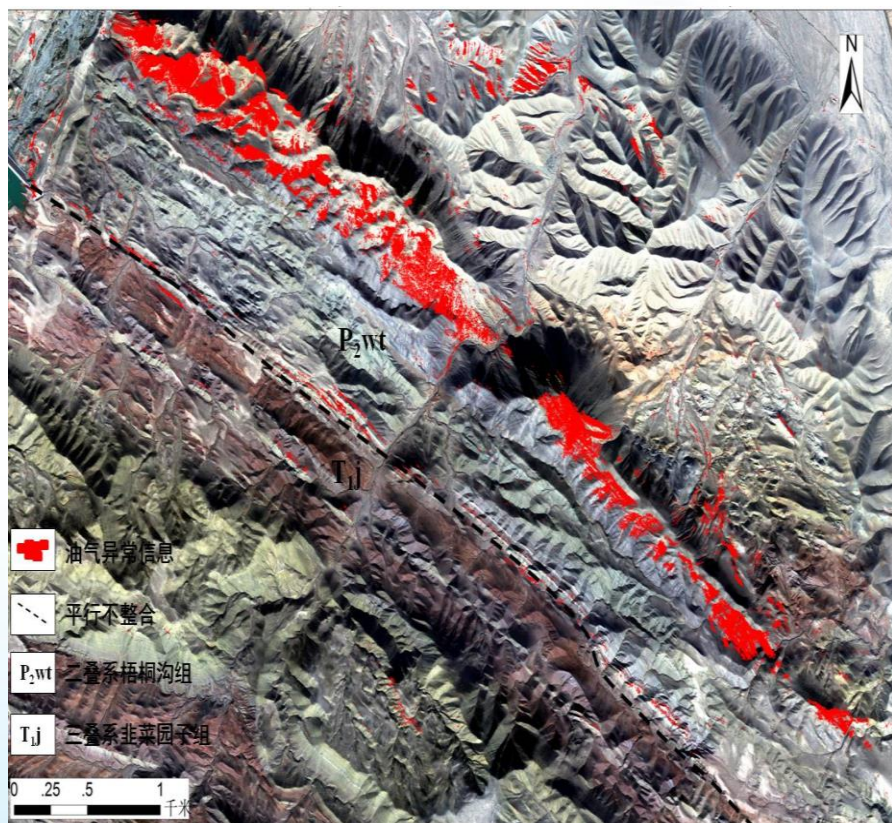
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——油气调查与评价高光谱应用技术



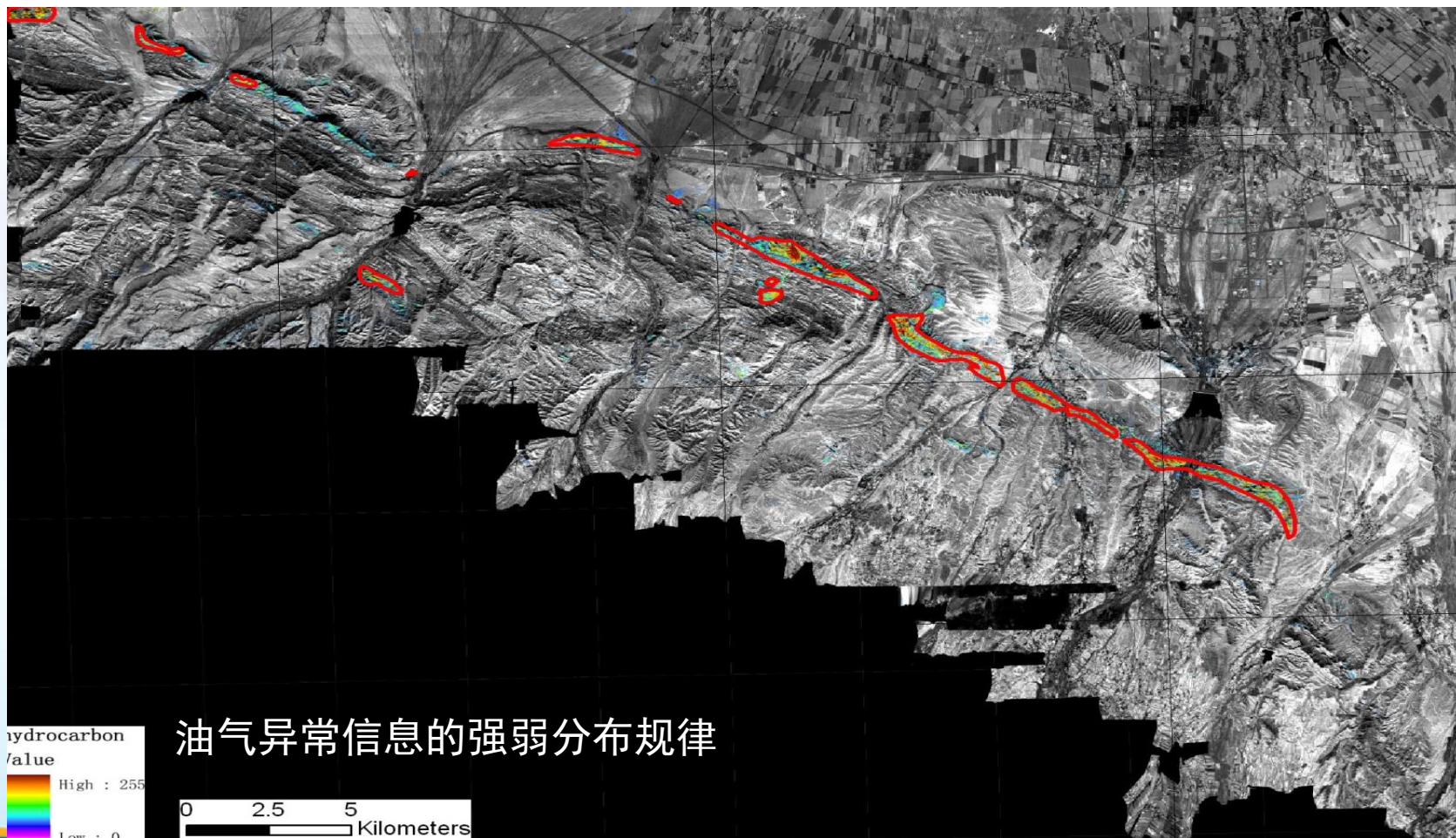
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——油气调查与评价高光谱应用技术



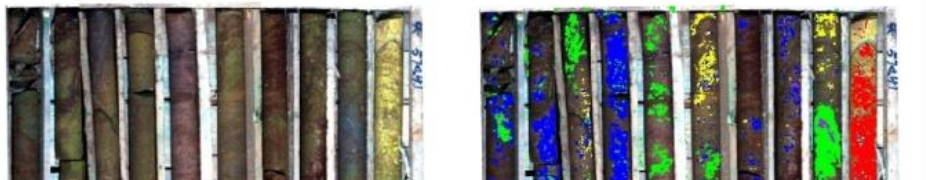
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——油气调查与评价高光谱应用技术



一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——油气调查与评价高光谱应用技术



井深 m	图像 总描述	主要矿物组成					
		全烃 C1 (%)	碳酸盐 (%) 0 - 100	角闪石 (%) 0 - 100	云母 (%) 0 - 100	绿泥石 (%) 0 - 72.4	蒙脱石 (%) 0 - 57.5
1392.9							

垂向、横向的蚀变规律
为研究成矿环境、机理提供依据



岩芯图像



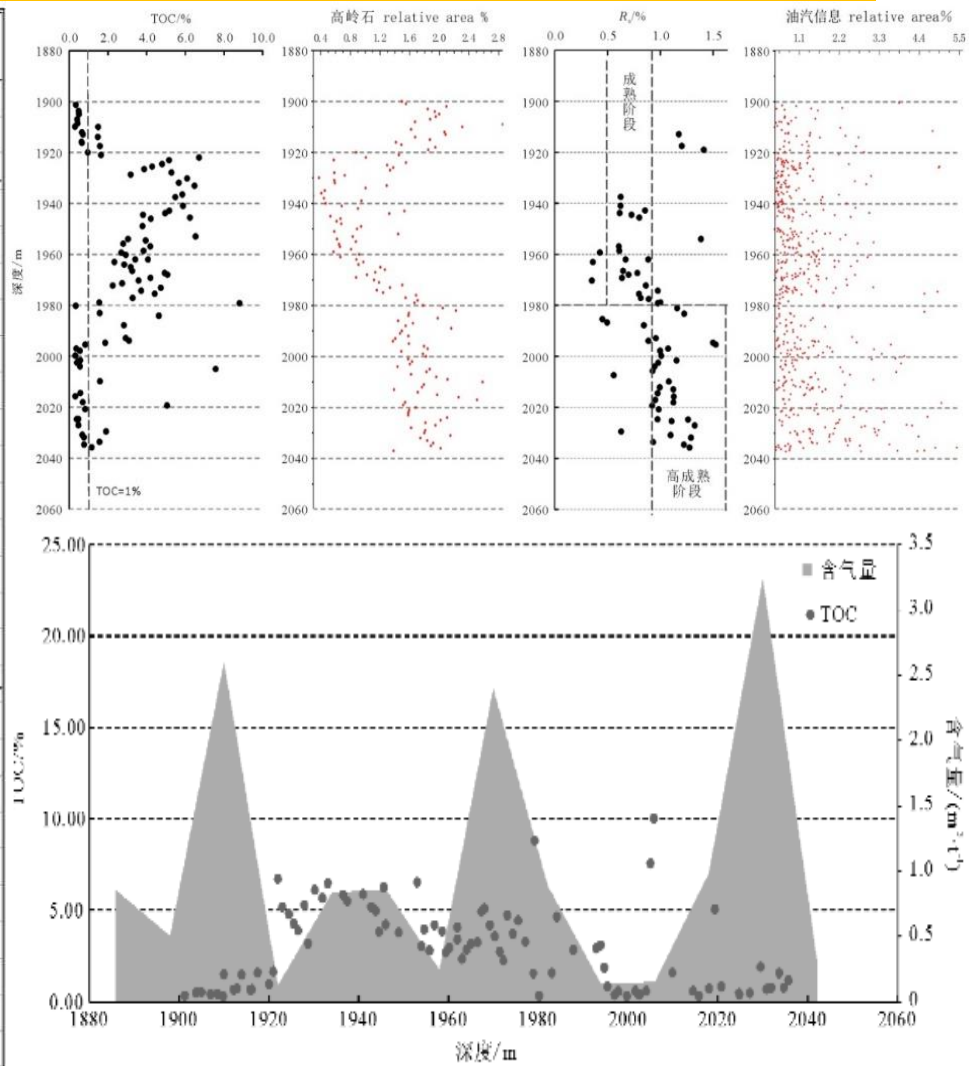
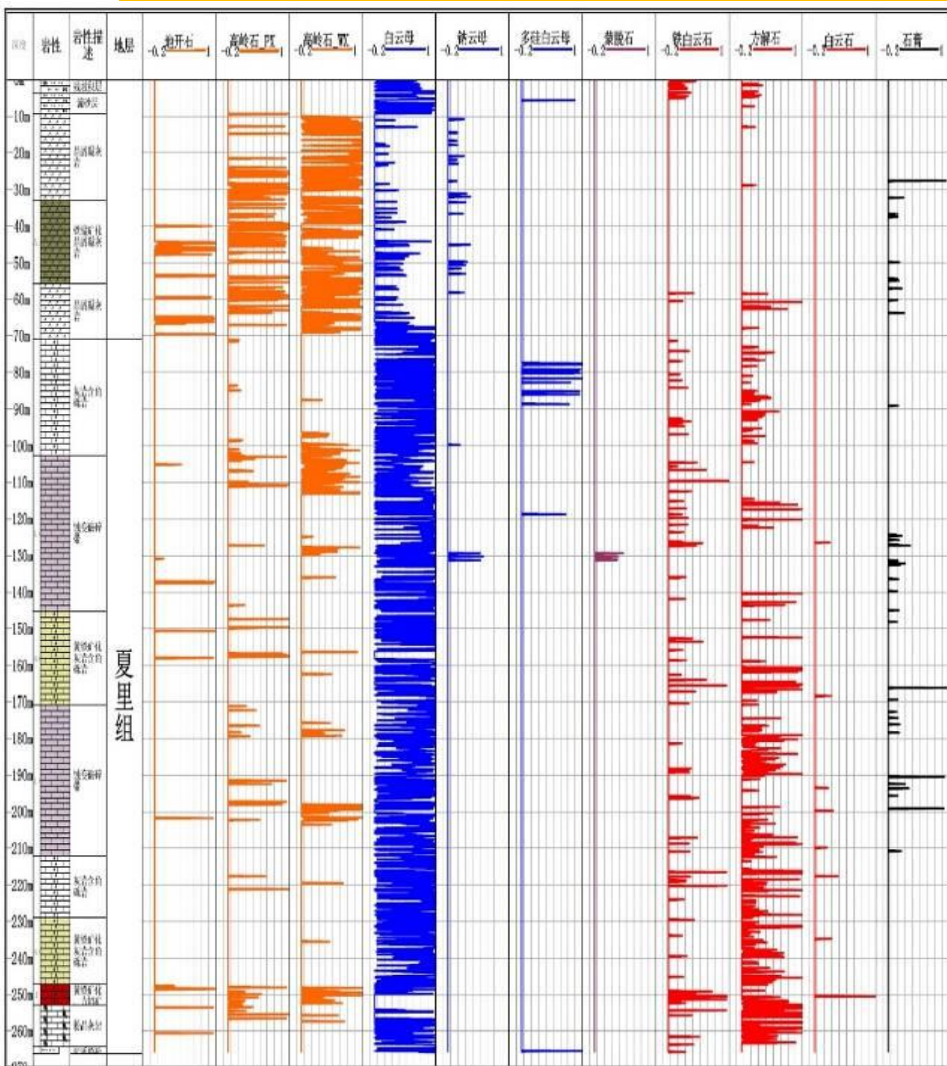
提取结果与图像叠合图



井深 m	图像 总描述	全烃 C1 (%)	碳酸盐 (%) 0 - 100	角闪石 (%) 0 - 100	云母 (%) 0 - 100	绿泥石 (%) 0 - 72.4	蒙脱石 (%) 0 - 57.5	高岭石 (%) 0 - 100
1396.7								
1396.4								
1395.1								

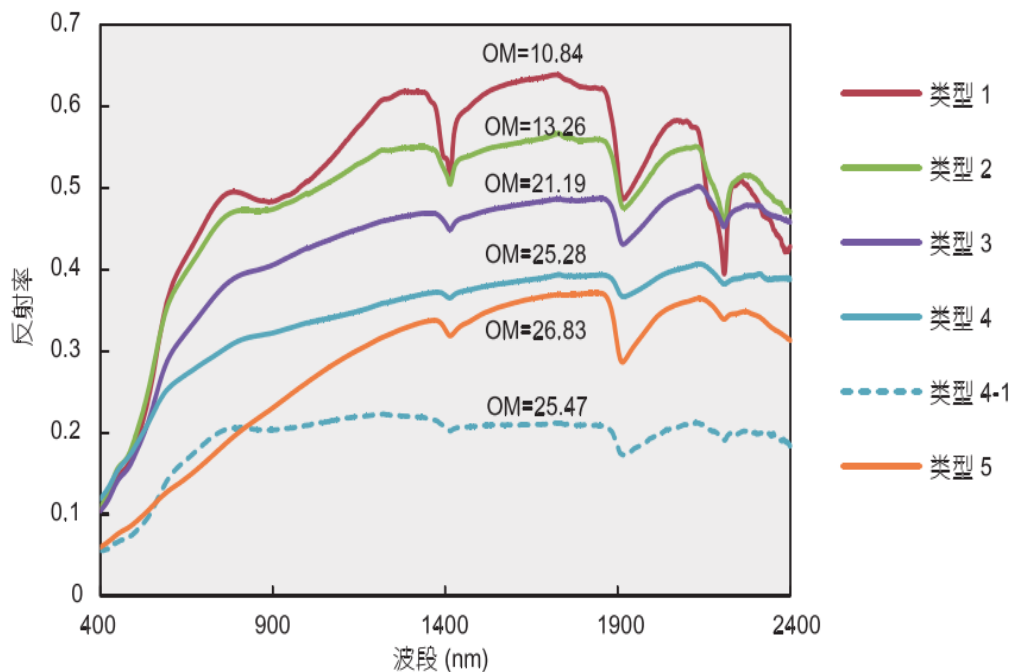
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——油气调查与评价高光谱应用技术



一、研究现状

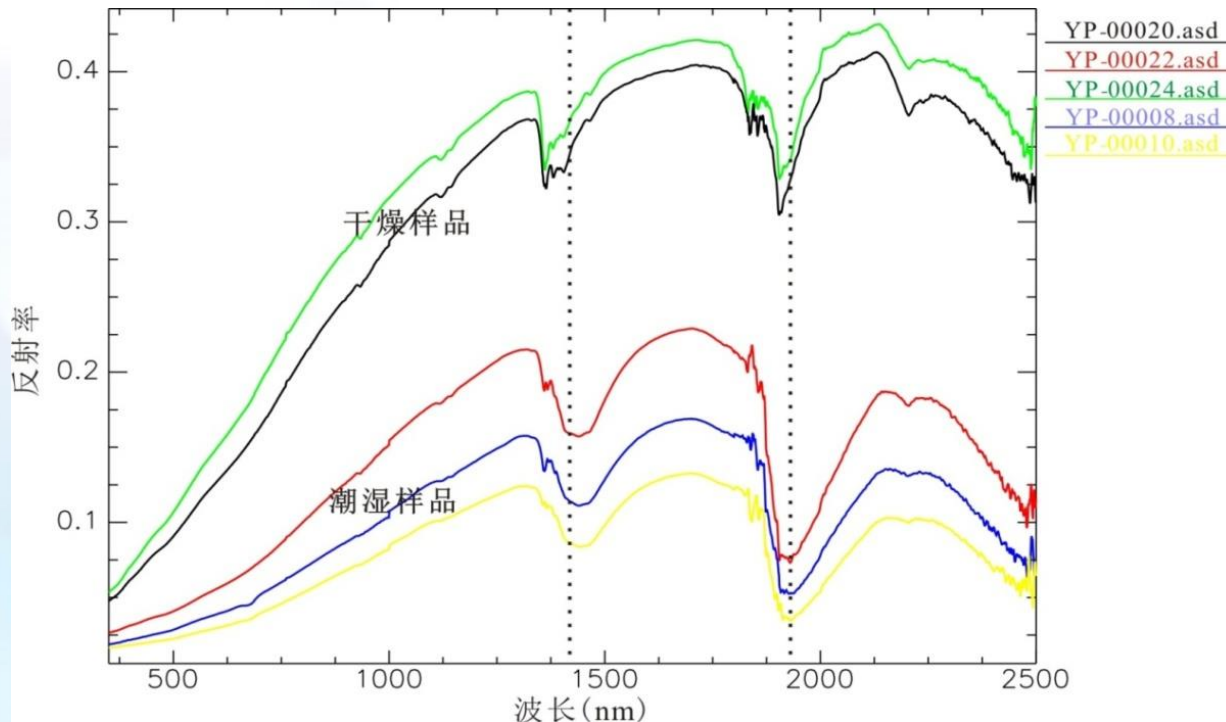
3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——黑土地质量评价高光谱应用技术



土壤光谱和平均有机质 (OM) 含量

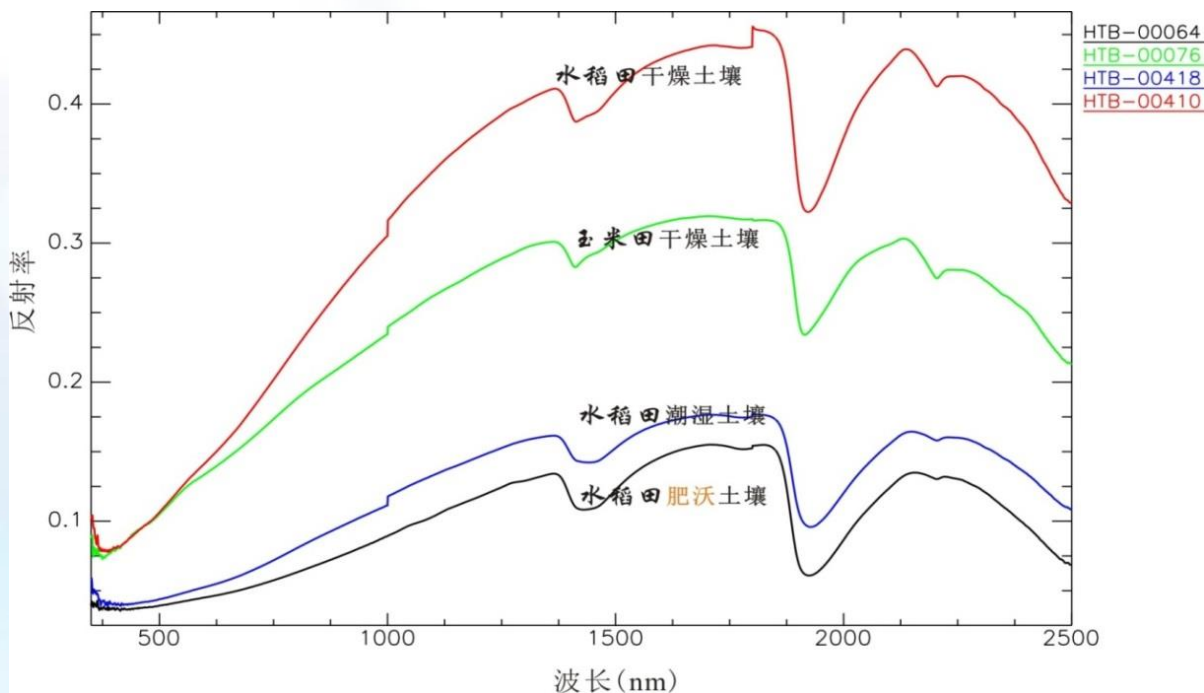
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——黑土地质量评价高光谱应用技术



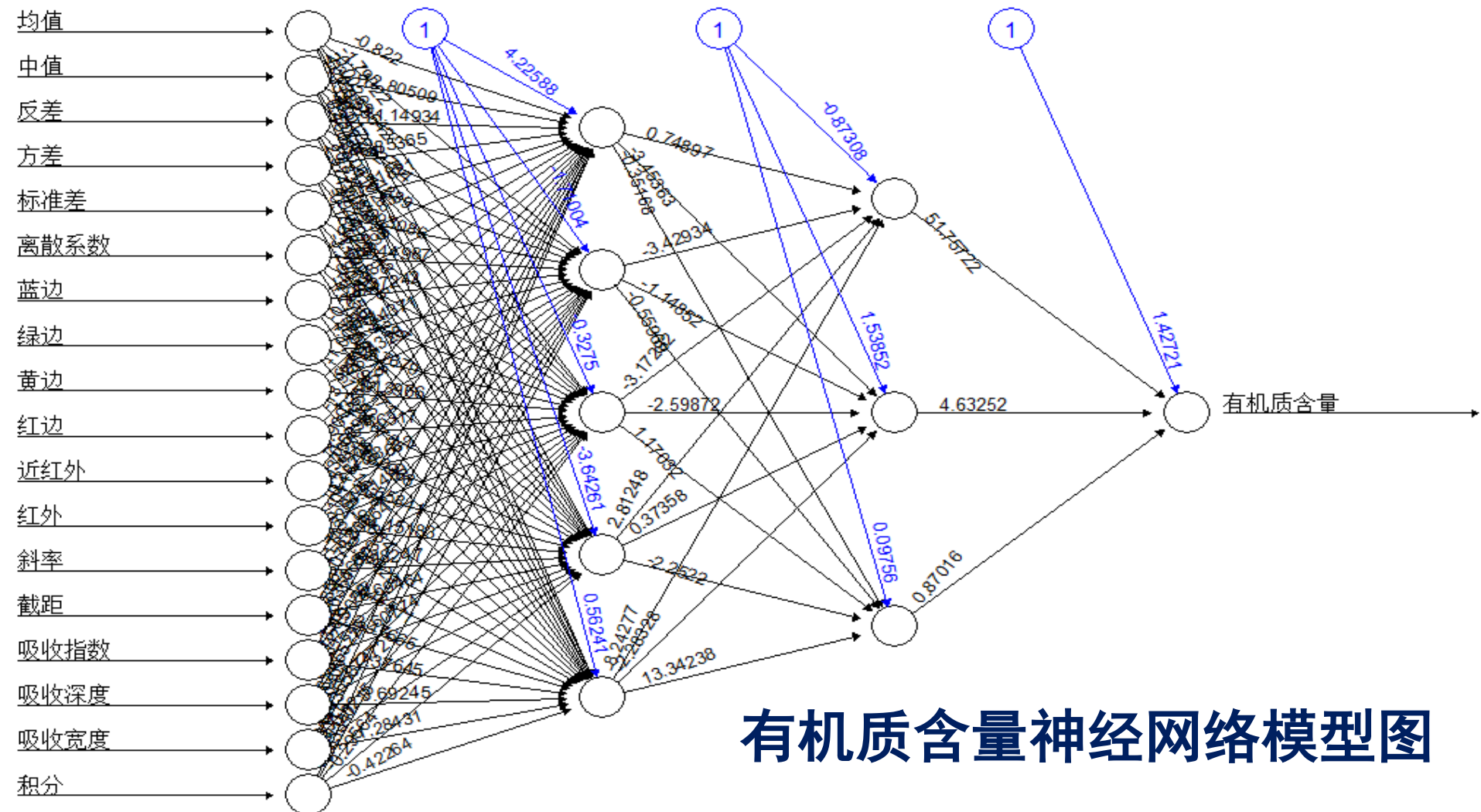
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——黑土地质量评价高光谱应用技术



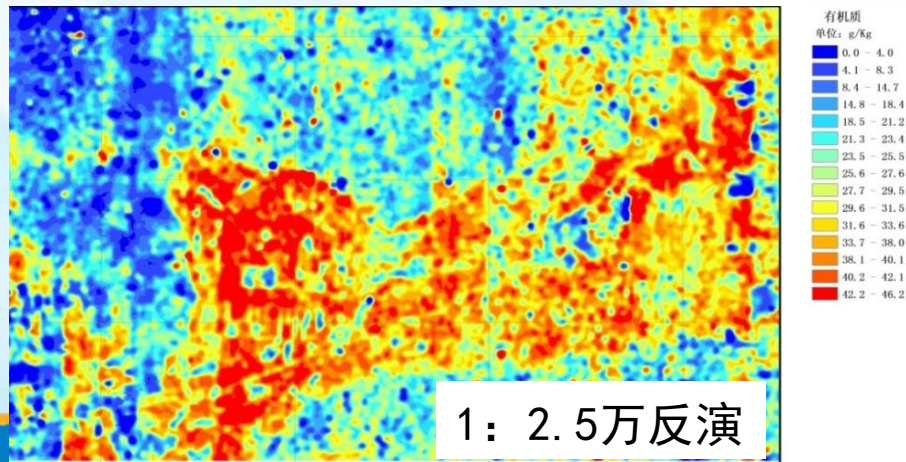
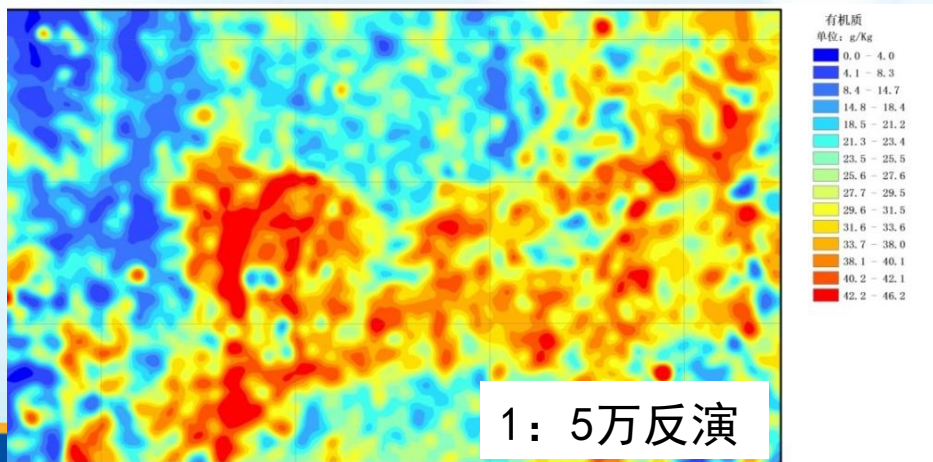
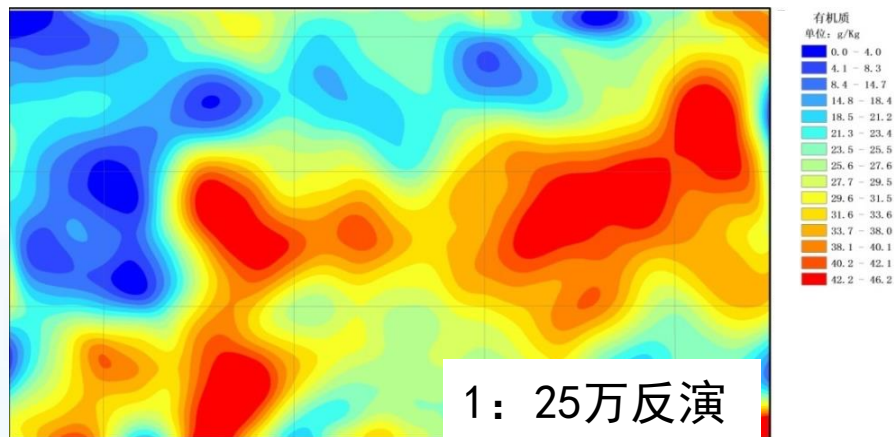
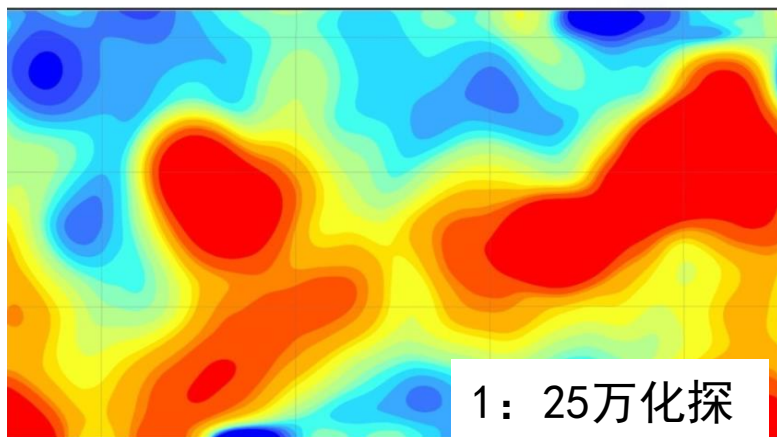
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——黑土地质量评价高光谱应用技术



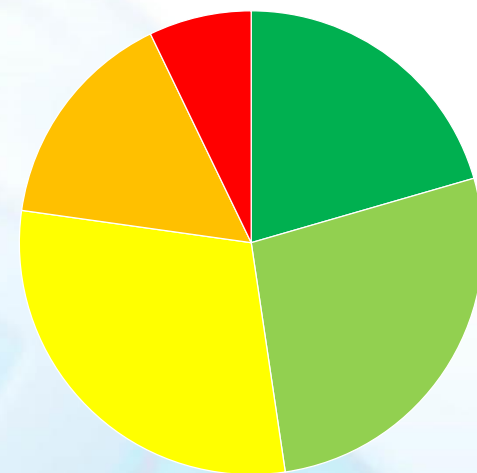
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——黑土地质量评价高光谱应用技术



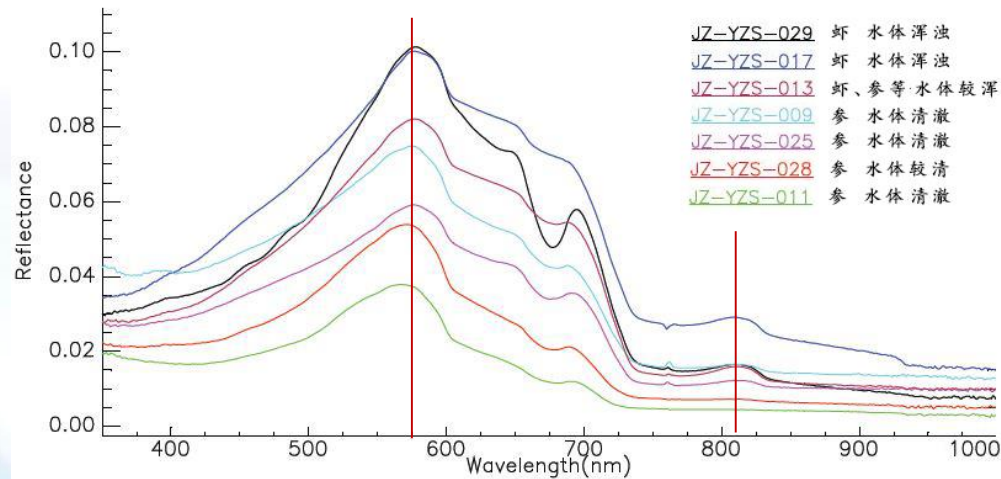
一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——黑土地质量评价高光谱应用技术



■ 丰富	■ 较丰富
■ 中等	■ 较缺乏
■ 缺乏	

养殖水光谱特征

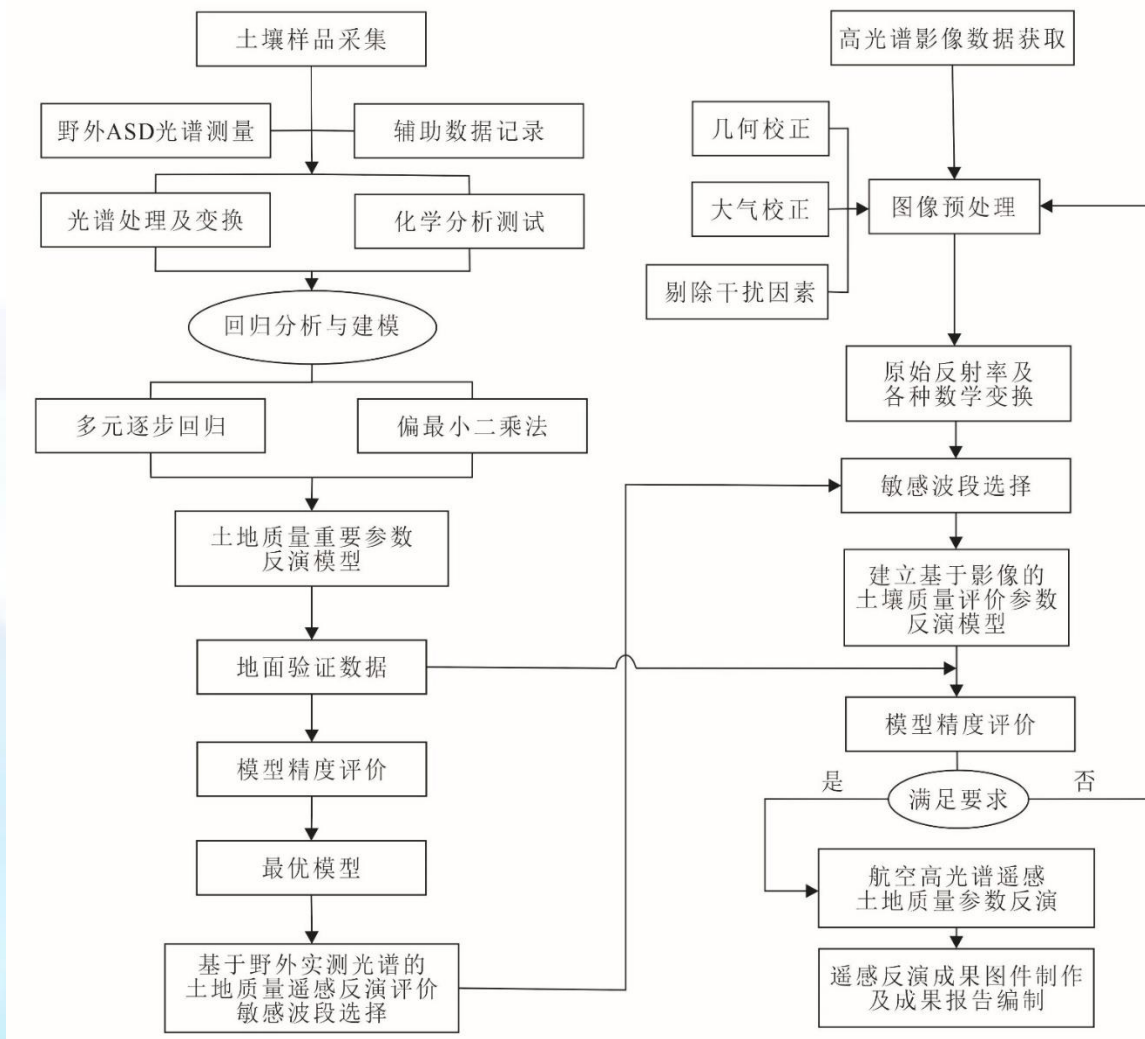


- 第一“峰” 570nm附近，明显
- 第二“峰” 810nm附近，较弱
- 吸收“谷” 675nm附近
- “虾>混合>参”的趋势特征
- 510~850nm适合养殖类型分类研究



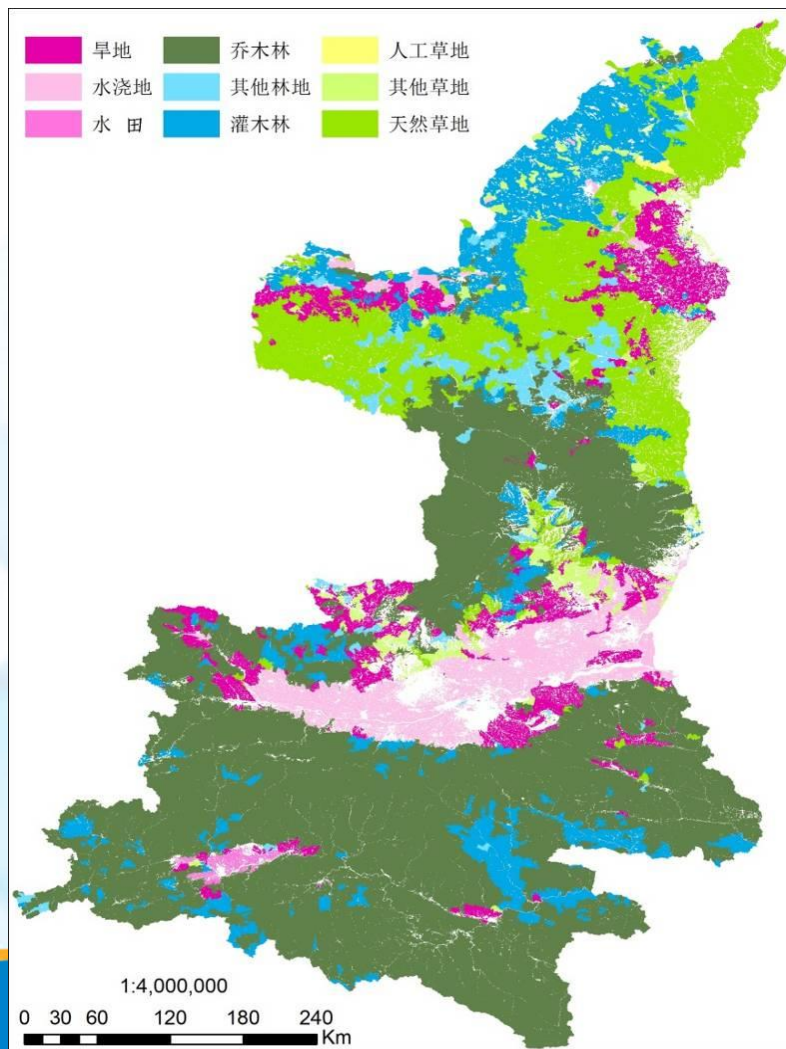
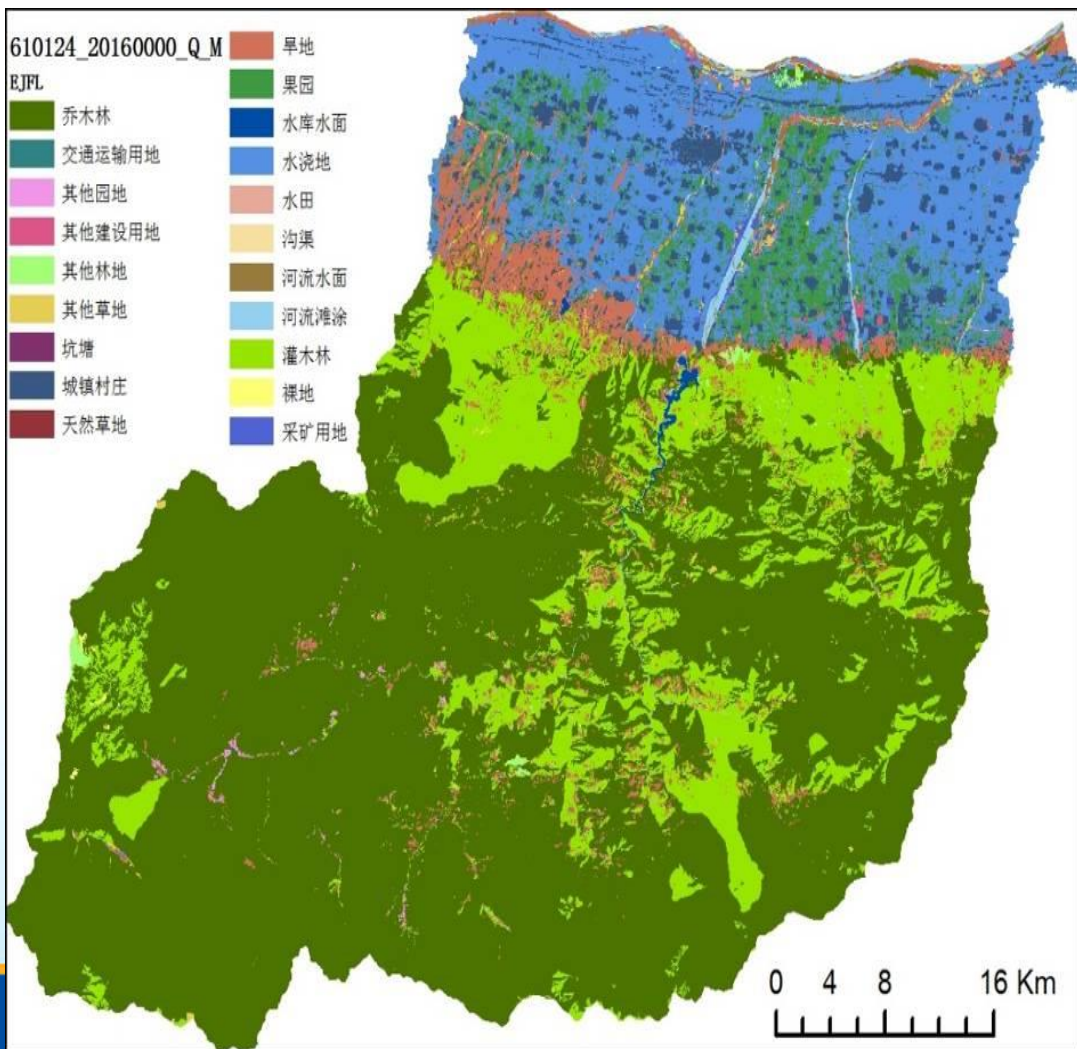


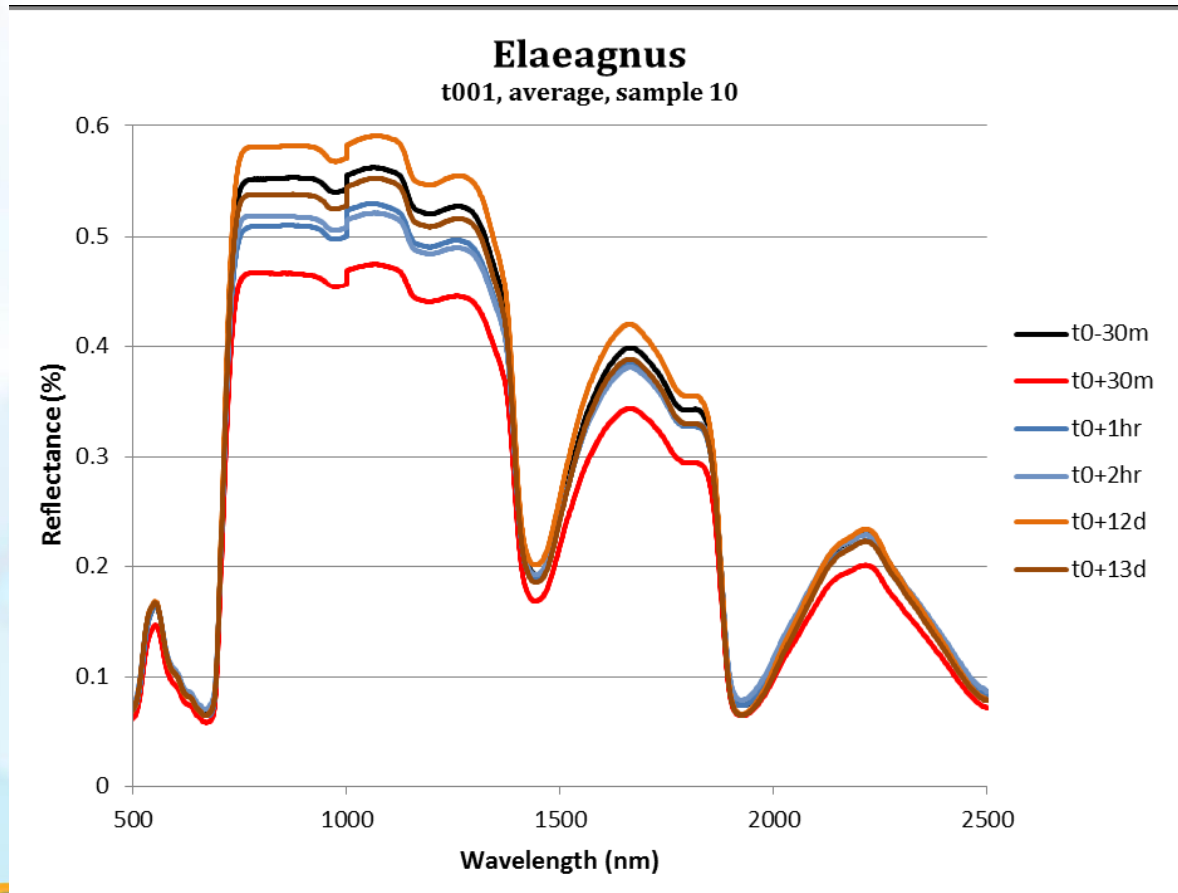
航空高光谱土壤环境调查研技术体系



一、研究现状

3、拓展了高光谱遥感技术的应用领域 ——生态资源环境遥感评价技术





提纲



一、研究现状



二、问题与挑战



三、发展方向



二、问题与挑战



提纲



一、研究现状



二、问题与挑战



三、发展方向



三、发展方向

探索性、创新性的应用基础研究和关键技术研究。

新理论、新技术、新方法。

面向全球化的遥感信息大数据系统

天空地
深一体化，卫星、无人机、地面

波谱特性

- 微波
- 高光谱
- 偏振
- 电磁等

专业化的应用软件系统

先进的或创新的算法